

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

На правах рукопису

Палюх Олександр Олександрович

УДК 686.1.025, 686.1.027

**ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Спеціальність **05.05.01** – машини і процеси поліграфічного виробництва

ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. О. Палюх

Науковий консультант

доктор технічних наук, професор Киричок Петро Олексійович

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Палюх О. О. Теоретичні і практичні засади технологічного забезпечення якості книжкової продукції. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.01 – машини і процеси поліграфічного виробництва. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2021.

В дисертаційній роботі вирішується важлива науково-прикладна проблема розроблення теоретичних і практичних засад технологічного забезпечення якості книжкової продукції. Обґрунтовано і розроблено технологічні процеси виготовлення ергономічних ресурсоощадних книжкових обкладинок та досліджено вплив на їх міцність дискретного нанесення клею та модифікованих клейових полімерних композицій. Створено концептуальну модель оптимізації структурно-фізичних властивостей клейових з'єднань, як засобу підвищення показників міцності напівжорстких обкладинок в результаті склеювання їх конструктивних складових модифікованими полімерними клейовими композиціями на основі полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД) та сумішей модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, сумісних з ПВАД латексами, введених в їх структуру в різних вагових пропорціях.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розв'язанні наукової прикладної проблеми створення наукових основ технологічного забезпечення якості та експлуатаційних властивостей книжкової продукції, в результаті чого, проведено конструкторську розробку інноваційних ресурсоощадних книжкових обкладинок і експериментальної фальцювально-склеювальної лінії для їх виготовлення, удосконалено процеси скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, оптимізовано застосування палітурних клеїв і способів їх нанесення. Розвинуто методи математичного моделювання керування технологічними процесами клейового скріплення Ш-

подібної корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, процесів кутового зсуву корінцевої полімерної клейової пластини, впливу палітурних клеїв на природні кути розкривання книжкових блоків. Створено універсальну математичну модель та засоби визначення факторів руйнування корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, на основі виявленої взаємозалежності кутів, що визначають координати повторюваного сегмента Ш-подібного клейового шару, які в точці збіжного перетину фіксують показники технологічно оптимальної товщини клейового шару для окантовування зошитів, з попередньо обраними характеристиками.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами та темами, сформульовано мету та наукові завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації, зазначено особистий внесок здобувача.

У першому розділі на основі аналізу сучасних напрямків світового розвитку технологічних процесів виготовлення книжкової продукції розглянуто причини, наслідки та види руйнування книжкової продукції. Встановлено, що книжкові видання можливо умовно поділити на деякі групи, які виявляють імовірне коло споживачів, а відповідно і прогнозовано експлуатаційні навантаження.

Враховуючи умовну градацію видань при технологічному виготовленні, визначено умови експлуатації книг – періодичне використання і зберігання в сприятливих статичних обставинах, без впливу негативних факторів, або інтенсивне застосування з додатковим експлуатаційним навантаженням, внаслідок постійного транспортування, читання, сканування в різних умовах. На підставі аналізу наукових праць провідних фахівців поліграфічної галузі досліджено методи технічного моніторингу експлуатаційної міцності книжкової продукції.

Виявлено технологічні відмінності виготовлення відомих книжкових оправ, виходячи з показників міцності, експлуатаційної стійкості, тривалості

використання та визначено напрямки виготовлення ергономічних ресурсоощадних обкладинок. Визначено технологічні особливості виготовлення напівжорстких обкладинок та методи впливу модифікованих клейових композицій на їх додаткову міцність. Систематизовано фактори руйнування корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, досліджено властивості палітурних клейових полімерних композицій та їх взаємодія з паперами і картонами різних видів і маси. Сформульовано науково-прикладні проблеми технологічного забезпечення якості та експлуатаційних властивостей книжкової продукції та визначені напрямки їх вирішення і вдосконалення.

У другому розділі розглянуто механізм формування руйнівних процесів книжкової продукції й фізико-механічні зміни структури контактувальних матеріалів клейових з'єднань. Доведено, що механічні пошкодження книжкової продукції, які виникають впродовж тривалого часу інтенсивного використання, впливають на збереження геометричних параметрів, конкурентоспроможність зовнішнього вигляду, експлуатаційну стійкість та читабельну розкриваність блоків.

Встановлено, що наслідки руйнівного впливу зовнішніх експлуатаційних чинників на конструктивні елементи, що складають рухомі об'єкти у вигляді книжкових блоків, з'єднаних з оправами, є нерівномірними через стохастичну дискретність та розмірну відмінність прикладених споживчих зусиль. Деформації корінцевого скріплення, здійсненого клейовими полімерними композиціями блоків зшитих нитками та блоків у яких відсутнє будь-яке попереднє скріплення, а також деформації книжкових оправ і засобів їх з'єднання з блоками, можливо віднести до структурно-зовнішніх дефектів, зі значною частотою проявлень у порівнянні з іншими.

Порушення структурної однорідності клейової пластини та нищення, в результаті цього, корінцевого з'єднання, призводить до відокремлення від цілісного матеріального об'єкта окремих складових у вигляді аркушів, зошитів, форзаців, окантовувальних скріплювальних стрічок, стібків ниток

тощо. Розшарування матеріалів, або сполучень матеріалів виготовлення обкладинок і палітурок, своєю чергою, призводить до втрати їх властивостей.

Надмірний натяг стібків ниток, що перевищує міцність паперу і стійкість до руйнування круглих отворів, утворених голками-проколами в корінцевій частині фальців зошитів книжкового блоку, призводить до виникнення тріщин контурної частини отворів і перетворення круглих отворів на еліпсоподібні. Які, своєю чергою, формують зони можливого вкраплення незначної кількості клею між сторінками і склеювання в місцях потрапляння клею. Точкові приклеювання в корінцевій частині фальців зошитів призводять до виривання фрагментів паперу однієї зі сторінок і утворення ущільнень на інших в процесі споживчого розкривання книг.

У третьому розділі запропоновано методологію експериментального пошуку оптимального співвідношення товщини Ш-подібного корінцевого клейового шару та руйнівних навантажень, що виникають в процесі перегинання клейової пластини, утвореної після полімеризації клейового шару. Аналіз етапів моделювання деформації окантовувального клейового шару книжкового блоку, зшитого нитками, виявив необхідні для практичного врахування процеси розтягування і стискання корінцевої клейової полімерної пластини зі знакозмінним характером навантажень під час її перегинання. А також особливості появи пошкоджень і руйнувань, утворених інтенсивною експлуатацією книги при багаторазових перегортаннях сторінок і зошитів

З метою вдосконалення експлуатаційних показників клейових шарів, нанесених на Ш-подібну корінцеву частину книжкових блоків зшитих нитками, запропоновано метод експериментального пошуку оптимального співвідношення між товщиною клею та зусиллями, що виникають при розкриванні книги.

Виявлено і експериментально підтверджено розрахунковий взаємозв'язок між розмірними показниками товщини клею та зміною співвідношень кутів обхвату і дотичних кутів. Які доцільно попередньо вимірювати перед

налаштуваннями клейових апаратів книжкових ліній, що сприятиме мінімізації витрат клею та скороченню терміну технологічних налаштувань.

Для отримання опису пружно-пластичного стану Ш-подібної корінцевої частини книжкового блоку розроблено алгоритм етапів впливу товщини клейового шару, який відтворено на порівняльному експериментальному прикладі. В процесі проведення експериментів здійснено фіксоване дискретне перегинання двох клейових пластин різної товщини у двох тотожних блоках. Внаслідок чого досліджено деформацію увігнутих півкруглих контурів внутрішньої частини клейових пластин, дотичних до зошитових фальців.

Для формування експериментальних етапів дослідження, за допомогою клейового апарату окантовувального пристрою, нанесено на корінці книжкових блоків однакові за розмірними показниками шарі клею, послідовність і обмеження яких визначено наближенням Ш-подібного перерізу до прямої лінії.

Побудовано графічні залежності розмірних змін кутів, що визначають координати повторюваних сегментів Ш-подібних клейових шарів, розмірні показники яких отримано в процесі експериментальних вимірювань. Для моделювання впливу зміни товщини клейового шару побудовано розрахункові схеми визначення моментів сили, прикладених в дискретних місцях перегинань клейової пластини

На епюрах моментів сил зображено силові трикутники, побудовані в координатах, які починаються від точок нерухомої фіксації клейових пластин, в центрі півкруглих випуклих ділянок та в центрі заглибин дельтоподібних ділянок, до точок докладання зусиль для їх перегинання. Визначено, що найбільші зусилля для перегинання клейової пластини прикладено в точках на вершині дельтоподібних ділянок, через їх додаткову товщину у порівнянні з півкруглими ділянками.

На основі виявлених особливостей клейового скріплення розроблено методологію розрахунку профільного нанесення клейового шару на корінцеву

частину блоків, скомплектованих із зошитів з однаковою і відмінною кількістю сторінок. Розроблено, обґрунтовано й практично перевірено методику розрахунку необхідної і достатньої кількості клею для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, в якій враховано геометричні особливості скріплення блоків, що забезпечують їх основні характеристики у міцності та експлуатаційній тривалості, а також сприяють мінімізації витрат клею в технологічному процесі.

У четвертому розділі наведено результати виявлених технологічних особливостей виготовлення ресурсощадних книжкових обкладинок, розроблено їх класифікацію, розроблено технології виготовлення та оптимізації параметрів. Удосконалено пристрої для висікання розгорток обкладинок, та пристрої для визначення міцності палітурних матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок. Досліджено конструктивні відмінності окремих видів напівжорстких книжкових обкладинок та проведено аналіз їх просторової побудови, подвійної клеєної, або без проклеювання. Враховано утворення доданої міцності, при такій конструктивній побудові обкладинок, що сприяє застосуванню системного підбору матеріалів, з метою дотримання мінімальних і достатніх витратних показників, що коливаються в залежності від форматів видань, обсягів сторінок і товщини корінцевої частини, відповідно. Розроблено та практично реалізовано методологію оптимального вимірювання міцності матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок з використанням вперше введених показників вимірювання в повздовжньому і поперечному напрямках розташування волокон.

У п'ятому розділі наведено результати теоретичного та експериментального дослідження впливу дискретного нанесення клею, а також модифікованих клейових композицій на міцність напівжорстких обкладинок. Розроблено систему пропорційного моделювання дискретного нанесення клею, в стрічкоподібний або клітинний спосіб, для розрахунку міцності напівжорстких обкладинок. Яка враховує наперед визначені розміри

клеєвих ділянок і ділянок без клею, чергування яких формує очікуваний показник міцності.

Окрім того, для попереднього нанесення палітурних клеїв на площини крайок і клапанів, перед склеюванням напівжорстких обкладинок, передбачено застосування не лише відомих водорозчинних полімерних сполук, які забезпечують розраховувану міцність утвореної після склеювання книжкової оправи. Але і застосування попередньо модифікованих клеїв, які при збереженні тотожного кількісного складу клеїв без модифікації, забезпечують зростання показників міцності склеєного виробу.

Під час планування експериментального дослідження у складанні вагових рецептурних елементів модифікування полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД), широко застосовуваних у палітурному виробництві для виготовлення книжкових оправ, передбачено використання водорозчинних модифікаторів для поліпшення клейових властивостей дисперсій.

Випробувано обкладинки клеєні складеними сумішами завершальних клейових композицій, представлених в загальному рецептурному вигляді, які виявили, окрім зростання показників міцності напівжорстких обкладинок, поліпшення їх фізичних властивостей у пружності, гнучкості та адгезії в процесі склеювання.

З численного експериментального масиву складання модифікованої рецептури застосування окремих, сумісних з полі-вініл-ацетатними дисперсіями речовин, виокремлено композиційні поєднання і вагові пропорції речовин, що забезпечують якісно відмінні властивості композицій. А також забезпечують значне підвищення міцності обкладинок, у порівнянні з клеєними ПВАД до застосування технології модифікування.

У шостому розділі розглянуто технологічні особливості конструювання експериментальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок. Розроблено структуру і послідовність технологічних процесів виготовлення напівжорстких обкладинок для книжкової продукції, які передбачають

відсутність зворотно-поступальних рухів виконавчих механізмів для їх забезпечення.

Досліджено, що особливості побудови технологічних процесів застосовуваних на експериментальній лінії полягають у забезпеченні режиму швидкісного транспортування напівфабрикатів вздовж фальцювально-склеювальної лінії. Починаючи з відділення розгорток обкладинок по одному примірнику, нанесенні клейових композицій обертальними валами з дискретною побудовою циліндричних поверхонь (наявністю колових заглибин, розташованих з розмірними кроками), гвинтовому відхильному фальцюванню і завершальному пресуванню.

Визначено, що застосування ролико-валкових механізмів, які здійснюють обертальне пресування обкладинок і їх швидкісне координоване транспортування, в процесі виготовлення, забезпечує дотримання технологічних розмірних допусків, визначених галузевими стандартами.

До складу лінії входять модульні секції виконавчих механізмів, в яких здійснюються послідовні операції виготовлення напівжорстких обкладинок.

Робота містить 118 рисунків, 32 таблиці, 224 літературних джерела та 7 додатків

Ключові слова: корінцеве скріплення, кути розкривання блоків, напівжорсткі обкладинки, профільне нанесення клею, модифіковані клейові композиції, дискретне нанесення клею, обертальне пресування, розрахункові моделі.

ABSTRACT

Paliukh O.O. Theoretical and practical foundations of technological quality assurance of book products. – Manuscript.

Thesis for a Degree of the Doctor of Technical Sciences. Specialty 05.05.01 “Machinery and Printing Production Processes”. – National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, 2021.

The thesis focuses on the important scientific and applied problem of developing theoretical and practical foundations of resource-saving technologies for the production of books in semi-rigid covers. Technological processes for the production of ergonomic resource-saving book covers have been justified and developed and the effect of discrete glue application and modified glue polymer compounds on their structural strength has been studied. A conceptual model was created to optimize the structural and physical properties of glue bonds as a means of increasing the strength parameters of semi-rigid covers by bonding their structural components with modified polymer glue compounds based on polyvinyl acetate dispersions (PVAD) and mixtures of modified polymer thickeners and emulsifiers compatible with PVAD latex injected into their structure in different weight proportions.

The scientific novelty of the study lies in solving the scientific and applied problem of creating scientific foundations for technological assurance of quality and operational properties of book products, resulting in the engineering development of innovative resource-saving book covers and experimental folding-gluer line for their manufacturing, improvement of processes of binding the spine of book blocks sewn with threads, optimization of the use of bookbinding glues and methods of their application. Mathematical modeling methods of controlling the technological processes of glue binding of III-like spine of thread-bound book blocks, processes of angular displacement of spine polymer glue plate, influence of binding glues on the natural opening angles of book blocks have been developed. There was created a universal mathematical model and means of identifying the factors of destroying the spine of thread-bound book blocks based on the revealed interdependence of angles determining the coordinates of the repeating segment of the III-like glue layer, which fix the indicators of technologically optimal thickness of the glue layer for binding notebooks with pre-selected characteristics at the converging intersection point.

In the introduction the relevance of the topic was justified, the connection of the paper with scientific programs and topics was indicated, the aim and scientific

tasks, object, subject and research methods were formulated, the scientific novelty and practical value of the received results were determined, information on the approbation of the findings and publications was given, the personal contribution of the candidate was specified.

In the first section, the reasons, consequences and types of destruction of book production were studied based on the analysis of modern tendencies in the global development of technological processes of producing book products. It was established that book publications can be roughly divided into some groups, which will identify a possible range of consumers, and thus predictably operating loads.

Given the conditional gradation of publications in the technological manufacture, the conditions of books usage were identified – their periodic utilization and storage in favorable static circumstances without the influence of negative factors, or intensive usage with additional operational loads due to constant transportation, reading, scanning in different conditions. Based on the analysis of scientific works of leading specialists in the printing industry, methods of technical monitoring of the operational strength of book production were investigated.

The technological distinctions in the manufacture of common book covers, based on durability, operational sustainability, duration of application have been identified, and directions for manufacturing of ergonomic resource-saving covers have been determined. Technological specifications of semi-rigid covers manufacturing and methods of influence of modified glue compounds on their additional strength have been defined. The factors of destroying the spine of thread-bound book blocks have been systematized, the properties of binding glue polymer compounds and their interaction with paper and paperboard of various types and weights have been investigated. Scientific and applied problems of technological assurance of quality and operating properties of book production have been formulated and the directions of their solution and improvement have been identified.

In the second section, the mechanism of forming the destructive processes of book production and physical and mechanical changes in the structure of contact

materials of glue bonds have been examined. Mechanical damage to the book products, occurring after a long period of intensive application, affects the preservation of geometric parameters, competitive appearance, operational sustainability and readability of block opening.

The consequences of the damaging effects of external operating factors on the structural elements that make up moving objects in the form of book units connected to frames are uneven through stochastic discreteness and commensurate differences in the applied user forces. Deformations of spine bindings made with glue polymer compounds of thread-bound blocks and blocks without any pre-binding, as well as deformations of book frames and means of their connection to the blocks, can be classified as structural and external defects, with a significant frequency of occurrence compared to others.

The disturbance of the structural homogeneity of the glue plate and the consequent destruction of the spine connection leads to the separation of individual components from the complete material object in the form of sheets, gatherings, flyleaves, trim bands, thread stitches, etc. Delamination of materials or combinations of materials for cover and binding production, in turn, leads to a loss of their properties.

Excessive tension of the threads stitches, exceeding the strength of the paper and the resistance to destruction of the circular holes formed by the needle-punches in the spine of the gathering folds of the book block, results in the contour of the holes being cracked and the circular holes being converted to ellipse-shaped ones. These, in turn, form areas of possible small amounts of glue embedding between pages and gluing where the glue reaches. Spot gluing in the spine of gathering folds causes fragments of paper on one of the pages to tear out and seals to form on the others when books are opened by consumers.

In the third section, a methodology is proposed for the experimental search for an optimal ratio between the thickness of the III-shaped spine glue layer and the destructive loads occurring in the process of over-bending of the glue plate formed after the polymerization of the glue layer. An analysis of the modeling stages of the

deforming the spine glue layer of a thread-bound book block revealed the processes of stretching and compressing the spine glue plate with the alternating nature of the loads during its bending, necessary for practical consideration. And also the peculiarities of the occurrence of damage and destruction formed by intensive use of the book with repeated turning of pages and gatherings have been revealed.

For the purpose of improving the performance of glue layers applied to the III-shaped spine of thread-bound book blocks, a method of experimental search for the optimal ratio between glue thickness and the efforts occurring when opening the book has been proposed.

The calculated relationship between glue thickness dimensions and changes in the ratio of reach angles to tangential angles has been revealed and experimentally verified. It is advisable to pre-measure them before setting the glue machines of book lines, which will contribute to minimizing glue consumption and reducing the duration of technological settings.

In order to obtain a description of the elastic-plastic state of the III-shaped spine of a book block, an algorithm of the influence stages of the glue layer thickness has been developed. It was reproduced in a comparative experimental example. During the experiment a fixed discrete bending of two glue plates of different thicknesses in two identical blocks was carried out. This enabled investigating the deformation of the concave semi-circular outlines of the inner part of the glue plates touching the gathering folds.

To form the experimental stages of the study, the glue device of the edger was used to apply glue layers of equal dimensions to the spine of the book blocks, the sequence and limitations of which were determined by the approximation of the III-shaped cross-section to a straight line.

Dependence diagrams were drawn which show dimensional changes of angles determining coordinates of repeating segments of III-shaped glue layers, dimensional data of which were obtained in the process of experimental measurements. To simulate the effect of changes in the thickness of the glue layer,

calculation schemes have been built for determining the moments of force applied at discrete points of glue plate bending.

The force moment diagrams show force triangles drawn in coordinates: from the points of static fixation of the glue plates, in the center of the semicircular convex areas and in the center of the recesses of the deltoid areas, to the points of application of forces for their bending. It has been determined that the greatest efforts to bend the glue plate were applied at the top of the deltoid areas, due to their extra thickness compared to the semicircular areas.

A methodology for calculating the amount of glue compound for edging III-shaped spines of book blocks has been developed, which takes into account their geometric features, provides basic performance characteristics, and also helps minimize the glue consumption in the technological process.

The fourth section presents the results of identifying the technological features of resource-saving book covers production, working out their classification, developing production technology and parameters optimization, improving devices for die-cutting of book covers, improving devices for determining the strength of the binding materials of semi-rigid book covers production. The study of structural differences between individual types of semi-rigid book covers, the analysis of their spatial construction, double glued or unglued, which contributes to the formation of added strength, allows applying a systematic selection of materials, in order to meet minimum and sufficient consumption figures, varying according to the formats of publications, page size and thickness of the spine part, respectively.

A methodology for optimal measurement of the strength of semi-rigid cover materials has been developed and practically implemented, using the first introduced measurement indicators in the longitudinal and transverse directions of the fiber arrangement. Based on the identified features of glue binding, a methodology has been developed for calculating the profile application of the glue layer on the spine of gathering blocks with the same and different number of pages. The method of calculation of necessary and sufficient glue quantity for edging III-shaped spines of book-blocks has been developed, grounded and practically tested; it takes into

account geometrical features of block binding, provides their main characteristics in strength and service life and ensures conditions of minimizing glue consumption in technological process.

The fifth section presents the results of theoretical and experimental investigation of the effect of discrete glue application as well as modified glue compounds on the strength of semi-rigid covers. This enabled the creation of a proportional modeling system for discrete glue application, in tape or cell method, to calculate the strength of semi-rigid covers. It takes into account the predetermined dimensions of glue and non-glue areas, the alternation of which forms the expected strength value.

In addition, the preapplication of binding glues to the surfaces of the edges and flaps, before bonding the semi-rigid covers, involves not only the use of known water-soluble polymer compounds, which provide the intended strength of the book cover formed after bonding, but also the use of pre-modified glues, which, while maintaining the same quantitative composition of glues without modification, provide an increase in the strength of the bonded product.

In the process of planning the experimental study on preparing the weight composition of the formulation elements of polyvinyl acetate dispersions (PVADs), widely used in bookbinding production for manufacturing book frames, the application of water-soluble modifiers is envisaged to improve the glue properties of the dispersions.

Tests on the glued covers with stacked mixtures of finishing glue compounds presented in the standard composition have found, apart from an increase in the strength values of the semi-rigid covers, an improvement in their physical properties in elasticity, flexibility and adhesion in the bonding process.

From a large experimental array of making a modified composition of individual, polyvinyl-acetate-dispersion-compatible substances, the compound combinations and weight proportions of substances have been identified providing qualitatively different properties of the compounds, as well as a significant increase

in the strength of the covers, compared with glued PVAD to the application of the modification technology.

The sixth section examines the technological features of the design of an experimental line for manufacturing the semi-rigid covers. The structure and sequence of technological processes for manufacturing the semi-rigid covers for book products have been developed, providing for absence of reciprocating motion of actuating mechanisms for their ensuring.

The specific features of developing the technological processes include the high-speed transport of semi-finished products along the folding and gluing line. The specific features of developing the technological process include the high-speed transport of semi-finished products along the folding and gluing line. Starting with separation of cover scans by one copy, application of glue compounds with rotating shafts with discrete construction of cylindrical surfaces (presence of circular recesses arranged in dimensional steps), helical deflecting folding and final pressing.

The use of rotary-roller mechanisms, which carry out rotary pressing of the covers and their high-speed coordinated transport, ensures that the technological dimensional tolerances defined in the industry standards are observed during the manufacturing process.

The line consists of modular sections of actuators which provide sequential operations of semi-rigid covers production.

The work contains 118 figures, 32 tables, 224 references and 7 appendixes.

Key words: spine binding, block opening angles, semi-rigid covers, profile glue application, modified glue compounds, discrete glue application, rotary pressing, calculation models.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

За результатами досліджень опубліковано 34 наукових праці, у тому числі 20 статей у наукових фахових виданнях, з них 2 статті у виданнях іноземних держав (одна із яких входить в перелік SCOPUS), 4 статті з переліку Міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 15 статей у виданнях

України, які включені до міжнародних наукометричних баз), 2 патенти на винахід, 2 патенти на корисну модель, 10 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

1. *Paliukh O.* Defining technological features in the manufacture of semi-hard book covers / O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka, E. Dziadyk// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/1 (106) 2020, p. 80-90.

(SCOPUS – кuartиль Q2)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

2. *Kyrychok, P.* Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block / P. Kyrychok, O. Paliukh// Mechanics, 26 (2), 2020, p.114–119. (SCOPUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

3. *Kyrychok, P.* Determining the influence of the thickness of an adhesive layer on a change in the angles of contact and tangent angles /P. Kyrychok, O. Paliukh, V. Oliynyk// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/1 (105) 2020, p. 52-67. (SCOPUS – кuartиль Q2)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

4. *Rudenko, E. M.* Nitriding in a helicon discharge as a promising technique for changing the surface properties of steel parts/ Rudenko, E. M. & Panarin, V. Ye. & Kyrychok, P. O. & Svavilnyi, M. Ye. & Korotash, I. V. & Palyukh, O. O. & Polotskyi, D. Yu. & Trishchuk, R. L.// (2019). Journal of Usp. Fiz. Met., 20, No. 3: 485–501. (SCOPUS – кuartиль Q2).

Автору належить розроблення моделі ролико-валкового механізму обертового пресування напівжорстких обкладинок.

5. *Paliuch Oleksandr* Wpływ grubości warstwy kleju w kształcie litery W na wytrzymałość zamocowania części grzbietowej bloku książki /Oleksandr Paliuch, Petro Kyryczok// Przegląd papierniczy. 2020. № 8, p. 397-402.

(INDEX COPERNICUS)

6. *Paliukh O.* Research of changes of strength indicators of semi-rigid covers glued by modified adhesive compositions / O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka //Technology audit and production reserves — № 3/1(53), 2020, p. 27-31. (INDEX COPERNICUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

7. *Paliukh O.* Analysis of the influence of binding adhesives on the structural strength of integral and semi-rigid covers/ O. Paliukh, P. Kyrychok, E. Dziadyk//Technology audit and production reserves — № 4/1(54), 2020, p. 38 – 43.

(INDEX COPERNICUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

8. *Палюх О. О.* Дослідження міцності книжкових блоків з різною довжиною корінцевої частини та змінних обсягів сторінок однакового формату /О. О. Палюх// Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №1 (55). – с. 21-29.

(INDEX COPERNICUS)

9. *Палюх О.О.* Дослідження клеючої здатності окремих видів клеїв для виготовлення книжкових оправ із палітурних матеріалів з різними технологічними властивостями /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №3 (57). – с. 43-52.

(INDEX COPERNICUS)

10. *Палюх О.О.* Експериментальне визначення міцності склеєних зразків паперу і картону для виготовлення книжково-журнальних обкладинок і

палітурок різних конструкцій /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №4 (58). – с. 11-24.

(INDEX COPERNICUS)

11. *Палюх О. О.* Експериментальне визначення впливу палітурних клеїв на утворення природних кутів розкривання книжкових блоків /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №1 (59). – с. 37-47.

(INDEX COPERNICUS)

12. *Палюх О. О.* Експериментальне визначення технологічних особливостей виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №2 (60). – с. 22-32.

(INDEX COPERNICUS)

13. *Киричок П. О.* Експлуатаційні дослідження показників кутового зсуву клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №3 (61). – с. 28-38.

(INDEX COPERNICUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

14. *Палюх О.О.* Дослідження конструктивних відмінностей окремих видів напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №4 (62). – с. 48-59.

(INDEX COPERNICUS)

15. *Киричок П. О.* Конструктивні особливості побудови пристроїв і штампів для виготовлення розгорток напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №1 (63). – с. 4-18.

(INDEX COPERNICUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

16. *Paliukh O. The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers /O. Paliukh // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №2 (64). – с. 4-14.*

(INDEX COPERNICUS)

17. *Палюх О. О. Дослідження впливу дискретного нанесення клею на міцність півжорстких книжково-журнальних обкладинок/О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №3 (65). – с. 25-42. (INDEX COPERNICUS)*

18. *Палюх О. О. Виявлення впливу модифікованих клейових композицій на механічні властивості напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №4 (66). – с. 16-30.*

(INDEX COPERNICUS)

19. *Палюх О. О. Дослідження впливу товщини клейового шару на площину дельтоподібних ділянок корінцевої частини книжкових блоків /О. О. Палюх// Зб. наук. праць «Поліграфія і видавнича справа». – 2020. - №1(79). – с. 89-102.*

(GOOGLE SCHOLAR)

20. *Палюх О. О. Удосконалення технології окантування книжкових блоків зшитих нитками /О. О. Палюх, Є. А. Дзядик// Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2020. - №1-2 (67-68). – с. 14-28.*

(INDEX COPERNICUS)

Автору належить формулювання задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків.

21. *Патент (на винахід) UA 119418 України B42D 3/00. Пристрій для висікання розгортки із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок*

одного книжкового формату/Киричок П.О., Палюх О. О./ Заявл.16.05.2018; Опубл.10.06.2019. – Бюл. №11. *Автору належить генерація ідей і безпосередня участь у постановці та принциповому вирішенні завдань.*

22. *Патент (на винахід) UA 121187 України B42D 3/00. Пристрій для визначення опору продавлювання картону або картону хромерзацу /Киричок П.О., Палюх О. О./ Заявл. 26.09.2019; Опубл.10.04.2020. – Бюл. №7. Автору належить генерація ідей і безпосередня участь у постановці та принциповому вирішенні завдань.*

23. *Патент (корисна модель) UA 134723 України B42D 3/00. Напівжорстка книжково-журнальна обкладинка для криття блоків, підібраних позошитно і прошитих нитками, окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 16.05.2018; Опубл. 10.06.2019. Бюл. № 1. Автору належить генерація ідей і безпосередня участь у постановці та принциповому вирішенні завдань.*

24. *Патент (корисна модель) UA 137378 України B42D 3/00. Книжково-журнальна обкладинка для покриття блоків підібраних позошитно прошитих нитками окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 28.08.2018; Опубл. 25.10.2019. Бюл. № 20. Автору належить генерація ідей і безпосередня участь у постановці та принциповому вирішенні завдань.*

НАУКОВІ ПРАЦІ, ЯКІ ЗАСВІДЧУЮТЬ АПРОБАЦІЮ МАТЕРІАЛІВ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Палюх О. О. Розробка та дослідження транспортно-подаючих систем циклових поліграфічних машин /О. О. Палюх//Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Квалілогія книги" (Львів, 1996). – Львів: УАД, 1996. – с.

2. Палюх О. О. Синтез законів періодичного руху зблокованих кулачкових механізмів/О. О. Палюх//Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва» (Київ, 1998)

3. Палюх О. О. Особливості синтезу багатопозиційних обертових транспортуючих пристроїв поліграфічних машин/О. О. Палюх//Матеріали 1-ї Міжнар. конф. “Технологія і техніка друкарства “ДРУК –2004” (Київ, 2004)

4. Киричок П. О. Експлуатаційні властивості клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками /П. О. Киричок, О. О. Палюх//Матеріали X Міжнар. наук-практ. конф. «Квалілогія книги» (Львів, 12 вересня 2019 р.). – Львів: УАД, 2019. – с.

5. Киричок П. О. Конструктивні особливості побудови штампів для висікання розгорток книжкових обкладинок /Киричок П. О. Палюх О. О.// Матеріали IX Міжнар. наук-техн. конф. «Прогресивні технології в машинобудуванні» (Львів, 03-07 лютого 2020 р.). – Львів: Львівська політехніка, 2020. – с.

6. Киричок П. О. Експериментальне визначення показників міцності окремих зразків палітурних матеріалів для виготовлення інтегральних обкладинок /Киричок П. О., Палюх О. О.// Поліграфічні, мультимедійні та web-технології (PMW–2018). Матеріали III Міжн. наук. -техн. конф. (17–19 жовтня 2018 р.). — Львів: Українська академія друкарства, 2018. — с. 102-105.

7. Киричок П. О. Конструктивні особливості створення ергономічних і ресурсозберігаючих видів книжково-журнальних обкладинок/ П.О. Киричок, О.О. Палюх //Матеріали IX Міжнародної наук.-практ. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 14 - 16 травня 2019 р.)

8. Киричок П. О. Розрахунок товщини Ш-подібної клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками /П. О. Киричок, О. О. Палюх// Матеріали X Міжнародної наук.-практ. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 29-30 квітня 2020 р.). – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – с. 259-261.

9. Киричок П. О. Дослідження впливу кутового зсуву клейового шару на міцність корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками. /П. О.

Киричок, О. О. Палюх //Матеріали IV Міжнародної наук.-техн. конф. «Поліграфічні, мультимедійні та WEB-технології» (Харків, 14-17 мая 2019). – Харків: ХНУРЭ, 2019.

10. Палюх А. А. Конструктивные особенности штампов для высекания интегральных обложек одного формата и переменной ширине корешка. /А. А. Палюх, П. А. Киричок//Принттехнологии и медиакommunikации: материалы 84-й науч.-техн. конференции БГТУ (с международным участием), (Минск, 3-14 февраля 2020 г.). – Минск : БГТУ, 2020. – С. 67-69.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	27
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ І НАПРЯМКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	40
1.1. Причини, наслідки та види руйнування книжкової продукції.....	40
1.2. Порівняльні дослідження книжкових блоків тривалої експлуатації без відновлювальних заходів реставрації.....	45
1.3. Система показників якості книжкової продукції.....	52
1.4. Аналіз відмінностей у виготовленні книжкових оправ.....	62
1.5. Виявлення технологічних особливостей виготовлення напівжорстких обкладинок.....	66
1.6. Теоретичне дослідження впливу механізмів виготовлення обкладинок на формування їх прямокутної контурної геометрії.....	73
1.7. Визначення впливу площі клейового скріплення корінцевої частини книжкових блоків на міцність і стійкість до руйнування.....	81
Висновки по розділу 1.....	89
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	91
2.1. Механізм формування руйнівних процесів книжкової продукції.....	91
2.2. Імітація факторів руйнування дельтоподібного фрагмента корінцевої клейової пластини.....	94
2.3. Алгоритм побудови умовного шарніра корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками.....	100
2.4. Аналіз впливу клейових полімерних композицій на природні кути розкривання книжкових блоків.....	103
2.5. Комплексне оцінювання впливу товщини клейового шару на площину перерізів дельтоподібних ділянок між зошитового простору.....	107
Висновки до розділу 2.....	116

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ КЛЕЙОВИХ ШАРІВ КОРІНЦЕВОЇ ЧАСТИНИ КНИЖКОВИХ БЛОКІВ ЗШИТИХ НИТКАМИ..117

3.1. Методичне забезпечення моделювання деформації корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками.....	118
3.2. Формування вибірки книжкових блоків зшитих нитками і палітурних клеїв для досліджень міцності корінцевої частини.....	120
3.3. Моделювання деформації Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками.....	124
3.4. Аналіз процесів кутового зсуву Ш-подібних корінцевих клейових полімерних пластин.....	139
3.5. Виявлення впливу товщини клейового шару на зміну дотичних кутів і кутів обхвату.....	149
3.6. Визначення міцності скріплення книжкових блоків різної товщини..	166
3.7. Розробка методики кількісного розрахунку витрат клею для скріплення Ш-подібних корінців книжкового блоку.....	173
Висновки до розділу 3.....	193

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК.....196

4.1. Визначення конструктивних відмінностей ресурсоощадних напівжорстких книжкових обкладинок.....	196
4.2. Розробка класифікації напівжорстких книжкових обкладинок.....	204
4.3. Розробка технології виготовлення напівжорстких обкладинок і оптимізація їх параметрів.....	208
4.4. Аналіз кінематичних схем пресувально-висікальних механізмів для палітурного виробництва.....	216
4.5. Удосконалення пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок.....	227
4.6. Удосконалення засобів визначення міцності палітурних матеріалів для виготовлення обкладинок.....	232

Висновки до розділу 4.....	245
 РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЮВАННЯ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК МОДИФІКОВАНИМИ КЛЕЙОВИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ.....	247
5.1. Аналіз впливу палітурних клеїв на міцність напівжорстких обкладинок	
5.2. Методичне забезпечення дискретного нанесення клею на конструктивні елементи напівжорстких обкладинок.....	258
5.3. Комплексне оцінювання технологічних особливостей дискретного нанесення клею.....	263
5.4. Формування методики для складання модифікованих клейових композицій на основі ПВА дисперсій.....	281
5.5. Порівняльні дослідження змін показників міцності обкладинок клеєних модифікованими клейовими композиціями.....	296
Висновки до розділу 5.....	300
 РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК.....	302
6.1. Технологічні особливості конструювання експериментальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок.....	302
6.2. Структурна побудова виконавчих механізмів експериментальної фальцювально-склеювальної лінії.....	309
6.3. Комплексне оцінювання впливу обертальних механізмів експериментальної лінії на точність виготовлення обкладинок.....	321
6.4. Визначення закономірностей та розробка параметричної методики зміцнення обертальних поверхонь експериментальної лінії.....	326
Висновки до розділу 6.....	337
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	339

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	343
ДОДАТКИ.....	368
Додаток А. АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-технічної роботи ««Технологічні дослідження та аналіз клеючої здатності окремих видів палітурних клеїв для виготовлення книжкових оправ із матеріалів з різними адгезійними властивостями» за договором № 5-2018 від 14.12.2018, номер державної реєстрації 0119U101440.....	369
Додаток Б. НОРМИ витрат клею при окантовуванні книжкових блоків на лінії «Колбус КМ-600» у Державному видавництві «Преса України» від 01.04. 2019.....	371
Додаток В. АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-технічної роботи «Технологічні особливості забезпечення якості та експлуатаційних властивостей при виготовленні інтегральних та напівжорстких обкладинок» за Договором №14-2019 від 02.12.2019 та Додатковою угодою від 02.03.2020, номер державної реєстрації №0120U102341.....	373
Додаток Г. Конструкції напівжорстких обкладинок виготовлених із одного аркуша палітурних матеріалів.....	375
Додаток Д. Акт впровадження наукових розробок дисертаційної роботи у ТОВ «Виробничо-комерційне підприємство «СТ-ДРУК».....	377
Додаток Е. Акт впровадження основних положень дисертаційної роботи в ТОВ «ПРИНТ МЕДІА».....	378
Додаток Є. ІНСТРУКЦІЯ по експлуатації фальцювально-склеювальної лінії ЛПО-1150 для виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок від 15.05.2019.....	379

ВСТУП

Актуальність теми

Розповсюдження книжкової продукції, як сучасного засобу розповсюдження інформації на матеріальних носіях, утримує сталий розвиток дотичний із засобами відтворення інформації на електронних носіях. Перспективність розвитку кожного із напрямків розповсюдження інформації забезпечується новітніми технологіями, в першу чергу, у створенні макетів майбутніх інформаційних об'єктів, а також у створенні електронних пристроїв зчитування інформації та ресурсоощадних матеріалів для виготовлення ергономічних зразків книжкової продукції.

За даними інтернет-сайту Міжнародної асоціації видавців (МАВ), підготовлених на основі матеріалів, наданих в штаб-квартиру МАВ національними видавничими асоціаціями відомо, що світова книговидавнича галузь складається зі структурно розвиненої системи, яка налічує майже 500 тисяч видавництв та організацій, що за функціональними ознаками наближені до видавничих підрозділів [52].

Майже 25% великих видавничих систем (120 тис.) знаходяться в США, 60 тис. видавництв функціонують у Великобританії, близько 25 тис. у Франції, приблизно 20 тис. у Німеччині, понад 20 тис. в Японії тощо [52].

Необхідно відзначити, що сучасне світове книговидання характеризується не тільки кількісними показниками тиражів виготовлених примірників і великими розмірами видавництв, але і суттєвою динамікою перспективного зростання. Впродовж останніх років (2010-2020 рр.) кількість книжкових видавництв у світі збільшилася більше ніж утричі [166].

Долучення до глобальних видавничих об'єднань, у промислово розвинутих країнах, середніх і дрібних підприємств, діяльність яких забезпечується можливостями компактних поліграфічних комп'ютерних технологій, визначило стрімке зростання показників сталого розвитку у видавничій справі [165].

Інтенсивний розвиток, нових комунікаційних та інформаційних технологій впродовж останнього десятиріччя, лише на короткий термін вивів застосування електронних носіїв інформації на чільне місце. Разом з тим, книга залишається серед найбільш бажаних способів отримання людиною необхідних знань, а обсяги книжкової продукції, отриманої поліграфічним друкуванням на папері, неухильно зростають.

За статистичними даними ЮНЕСКО, накопиченими впродовж 2012—2020 рр., щорічно у світі виходять друком, приблизно, 2,2 млн назв книг [4], а на 2020 р. передбачене зростання до 2,4 млн. [166].

Кількість надрукованих видань сягає майже 140 млн назв. У 2020 р. частка книжкових ринків США та Китаю становила майже половину світового обсягу (США — 20%, Китай — 28%) [166].

Обсяг друкованої продукції постійно й неухильно зростає, й ці темпи значно вищі за темпи нарощення обсягів промислової та сільськогосподарської продукції, приросту населення й інших найважливіших сфер розвитку світової цивілізації.

Характерний показник зростання сучасного книговидання в Японії, де 65,5 тис. назв книжкової продукції вийшли загальним накладом у 500 млн. примірників. Для порівняння, за даними Книжкової палати України, у 2019 році в Україні побачили світ 24 416 назв книг загальним накладом 61, 25 млн. примірників. У 2020 році, через світову пандемію, зафіксоване часткове скорочення випуску книжкової продукції в світі. Тому в Україні у 2020 році побачили світ 20 017 назв книг загальним накладом 47,35 млн. примірників.

Зростання темпів інноваційного впливу і вдосконалення інформаційних ресурсів сприяє не лише розвитку паперових засобів інформації стосовно електронних, або навпаки, але стимулює внутрішньоструктурний розвиток кожного напрямку.

Для утримання провідних позицій у технологічному й економічному розвитку сучасні книжкові видавництва й поліграфічні підприємства

інтенсивно підвищують ефективність діяльності, використовуючи, окрім випробуваних, нові моделі та технології ведення бізнесу такі, як:

- друк на замовлення (*print-on-demand*);
- друк після продажу загального тиражу (*print-post-trading*) з наступним постачанням попередньо оплачених поштучно виготовлених примірників;
- видання книжок на передплатній основі (*crowdfunding*) за заявками споживачів на майбутні примірники.

Залучення подібних стратегічних напрямків ведення книжкового бізнесу спрямовано на досягнення ефективного використання новітніх палітурних матеріалів: паперів, картонів, клейових полімерних композицій, плівок для підвищення зносостійкості обкладинок та ін.

На зменшення або запобігання витрат на утримання та використання складських приміщень, через організацію технологічних потоків матеріалів і напівфабрикатів без їх тимчасового, або тривалого знаходження на складі.

А також на створення мережі сервісної логістики, спрямованої на максимальне залучення споживачів книжкової продукції до інформаційних ресурсів і засобів доставляння готових виробів.

Активний інноваційний пошук напрямків розвитку та підвищення якісних характеристик книжкової продукції, притаманний світовому книговидадню впродовж останнього десятиріччя, проявляється в широкому представленні нових конструктивних і художніх видів, які сприяють енергоощадним і ергономічним складовим процесів технологічного виготовлення.

Відповідно, новітні стратегічні підходи в плануванні поліграфічних технологій створення книжкової продукції передбачають залучення матеріальних ресурсів виготовлених із вторинної сировини, що суттєво здешевлює витратну частину замовлення, а також передбачають застосування конструкційно спрощених книжкових обкладинок, які за основними показниками наближені до структурного і зовнішнього відтворення палітурок.

Навіть незначна економія фінансових ресурсів, в результаті технологічної заміни палітурок, традиційних багаторічно відомих усталених конструкцій, на новітні обкладинки підвищеної міцності, при орієнтовному збереженні в інноваційних обкладинках основних показників міцності й експлуатаційної стійкості палітурок, лише на прикладі кількісних показників, випущеної у світ книжкової продукції України у 2019 році (61,25 млн. прим.) та у 2020 році (47,35 млн прим.) наочно демонструє можливу масштабність вивільнених коштів[180].

Разом з тим, окрім впровадження заходів мінімізації витратної складової матеріальних ресурсів, використаних в процесі виготовлення книжкової продукції, необхідно враховувати механічні пошкодження книжкової продукції, що виникають впродовж тривалого часу інтенсивного споживчого використання і впливають на якість виготовлення книги. Що, для загального випадку, проявляється у збереженні геометричних параметрів книги, конкурентоспроможності її зовнішнього вигляду, експлуатаційної стійкості і тривалої пружно-пластичної здатності забезпечувати належну розкриваність блоків, що відповідає кутам розкриття, наближеним до 180° .

Загальні технологічні проблеми виготовлення і контролю якості книжкової продукції, процеси окантовування і зшивання нитками книжкових блоків, утворення корінцевих клейових з'єднань, удосконалення обладнання і процеси обрізування книжкових блоків, процеси впливу клейових полімерних композицій на експлуатаційну міцність і тривалість використання книжкової продукції вивчалися і досліджувалися в роботах вчених Лазаренка Е. Т., Полудова О. М., Гавенко С. Ф., Борисова В. І., Воробйова Д. М., Розума О. Ф., Величко О. М., Регея І. І., Петріашвілі Г. Г., Пашулі П. Л., Соботки В., Malkolm G., Clark T., Dinner W., Engeler H., Jerman P., Sendor M., Liebau D., Stadler P. та інших.

Відомо, що інтенсивне пошкодження книжкових блоків і втрата якісних характеристик відбувається в місцях, на які здійснюється найбільший вплив руйнівних навантажень, викликаних споживчим використанням і які, в силу

конструктивних особливостей, в першу чергу, скорочують гарантійний експлуатаційний ресурс, визначений стандартами на технологічне виготовлення [54].

Книги виготовлені з використанням, як інноваційних ергономічних ресурсоощадних книжкових оправ, так і традиційних оправ, з'єднаних з блоками зшитими нитками й окантованими клейовими полімерними композиціями, забезпечують експлуатаційну міцність видань, їх конструктивну і художню привабливість на межі вимог галузевих стандартів.

Дані обставини викликані відсутністю науково спрямованого підходу в створенні й управлінні технологічними процесами виготовлення інноваційної книжкової продукції, конструюванні її відповідальних складових, схильних до швидкого руйнування, викликаного експлуатаційними навантаженнями, конструюванні й побудові обладнання, що забезпечує прогнозовану міцність і усталену експлуатаційну якість виготовленої продукції.

У зв'язку з цим актуальною науковою-прикладною проблемою є розробка теоретичних та практичних засад технологічного забезпечення якості книжкової продукції; розробка новітніх конструкцій інноваційних ресурсоощадних книжкових обкладинок; розробка конструкції експериментальної фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення інноваційних обкладинок; удосконалення процесів скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками; оптимізація застосування палітурних клеїв і способів їх нанесення в процесі виготовлення інноваційних обкладинок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі технології поліграфічного виробництва Видавничо-поліграфічного інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», відповідно до Закону України «Про державну підтримку книговидавничої справи в Україні» від 6 березня 2003 року № 601-IV, Державної програми розвитку книговидання і преси України, затвердженої

Указом Президента України №58/95 від 28 лютого 1995 року, Розпорядження Кабінету міністрів України «Про схвалення Концепції державної політики щодо розвитку національної видавничої справи та популяризації читання на період до 2020 року» від 24 лютого 2016 р. № 111-р. Робота безпосередньо пов'язана з науковими дослідженнями кафедри технології поліграфічного виробництва ВПІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» та виконувалась одночасно з госпдоговірними темами:

-Договір №5-2018 «Технологічні дослідження та аналіз клеючої здатності окремих видів палітурних клеїв для виготовлення книжкових оправок із матеріалів з різними адгезійними властивостями» (номер державної реєстрації 0119U101440);

-Договір № 14-2019 «Технологічні особливості забезпечення якості та експлуатаційних властивостей при виготовленні інтегральних та напівжорстких обкладинок» (номер державної реєстрації № 0120U102341);

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення теоретичного обґрунтування та практична реалізація методів та засобів ресурсоощадних технологій виготовлення книг в напівжорстких обкладинках.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі необхідно вирішити наступні завдання:

1. здійснити аналіз інформаційного пошуку напрямків розвитку інноваційних технологій, обладнання і матеріалів для виготовлення книжкової продукції з ергономічними ресурсоощадними обкладинками й дослідити перспективи їх створення і удосконалення;

2. створити методи та засоби визначення факторів руйнування корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, на основі виявленої взаємозалежності кутів, що фіксують координати повторюваного сегмента Ш-подібного клейового шару;

3. провести теоретичні дослідження процесів руйнування книжкової продукції на основі фізико-механічних властивостей та змін у структурі

контактувальних матеріалів при експлуатаційній деформації клейових з'єднань;

4. створити математичну модель керування технологічним процесом клейового скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками і утворення пружних клейових полімерних пластин;

5. розробити технологічні процеси виготовлення ергономічних ресурсоощадних книжкових обкладинок та дослідити вплив на їх міцність дискретного нанесення клею та модифікованих клейових полімерних композицій;

6. на підставі науково-технічних засад проєктування технологічних вузлів поліграфічного обладнання здійснити конструювання та побудову експериментальної лінії для напівжорстких обкладинок, враховуючи вплив розроблених механізмів на точність виготовлення обкладинок та їх експлуатаційні показники;

7. розробити алгоритми оцінювання експлуатаційних показників книжкових видань в напівжорстких обкладинках з врахуванням функціонального структурного аналізу та засобів математичної статистики;

8. розробити узагальнену схему та класифікацію чинників впливу на рівень якості та експлуатаційні властивості книжкових видань та проєкт нормативно-технічної бази для можливого використання в державних стандартах.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виготовлення та експлуатації книжкової продукції.

Предмет дослідження – методи та засоби ресурсоощадних технологій виготовлення книг в напівжорстких обкладинках.

Методи досліджень. Поставлені завдання вирішувалися на основі системного поєднання теоретичних та експериментальних досліджень, обумовлених застосуванням математичного і комп'ютерного моделювання. Теоретичні дослідження здійснені з врахуванням основних аналітичних залежностей технології поліграфічного виробництва, фізико-механічних і

фізико-хімічних процесів, матеріалознавства, статистичних методів контролю, кваліметричної діагностики, структурно-функціонального та системного аналізу.

Експериментальні дослідження виконувались на новоствореній експериментальній лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок, на сучасному вимірювальному і випробувальному технологічному обладнанні в лабораторних і виробничих умовах.

Обробка експериментальних даних здійснювалась на підставі теоретичних основ планування експериментів засобами математичної статистики, що підтвердили збіжність отриманих результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі виконаних теоретичних і експериментальних досліджень розв'язано важливу науково-прикладну задачу розробки теоретичних і практичних засад технологічного забезпечення якості книжкової продукції.

вперше:

- обґрунтовано ресурсоощадні технологічні процеси виготовлення ергономічних напівжорстких обкладинок методом висікання розгорток із паперу та картону пристроями змінної контурної геометрії з подальшим склеюванням додаткових конструктивних деталей з основою обкладинок, що дозволяє збільшувати їх міцність, жорсткість і експлуатаційну стійкість;

- створено концептуальну модель оптимізації структурно-фізичних властивостей клейових з'єднань як засобу підвищення показників міцності напівжорстких обкладинок в результаті склеювання їх конструктивних складових модифікованими полімерними клейовими композиціями, на основі полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД) та сумішей модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, сумісних з ПВАД латексами, введених в їх структуру в різних вагових пропорціях, що призводить до розрахованого підвищення міцності й твердості по всій площинній і об'ємній конфігурації обкладинок;

- виявлено й експериментально підтверджено вплив дискретного несення клею суцільним стрічковим і комірковим шаховим методами заповнення поверхонь склеювання, на міцність напівжорстких обкладинок, що забезпечує їх структурну однорідність і стійкість до розшарування та сприяє мінімізації кількісного застосування клейових композицій;

- створені розрахункові моделі деформації Ш-подібного клейового шару корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, процесів кутового зсуву корінцевої полімерної клейової пластини, впливу товщини Ш-подібного клейового шару на зміну дотичних кутів і кутів обхвату, які дозволяють пояснити процеси розтягування і стискання корінцевої клейової полімерної пластини, її пошкоджень і руйнувань, що в сукупності з уперше розробленим методом порівняльного оцінювання геометрії сходження кутів обхвату і дотичних кутів, дозволяє розраховувати необхідну і достатню, з точки зору експлуатаційної міцності, товщину клейового шару;

- виявлені особливості скріплення Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками та розроблено методологію розрахунку профільного нанесення клейового шару на корінцеву частину для блоків, скомплектованих із зошитів з однаковою і відмінною кількістю сторінок, що сприяє уточненню і зменшенню нормативних показників витрат клейових композицій;

- розроблено методологію оптимального вимірювання міцності матеріалів виготовлення обрізних, інтегральних і напівжорстких обкладинок з використанням вперше введених показників вимірювання в машинному і поперечному машинному напрямках розташування волокон, що дозволяє враховувати мінімальні показники руйнівних зусиль, отримані в процесі роздільного вимірювання, при виготовленні обкладинок, з метою забезпечення їх оптимальної експлуатаційної стійкості.

дістали подальший розвиток:

- розрахункові моделі міцності скріплення корінців книжкових блоків на

основі інноваційного нанесення клею профільними валками, контурна частина яких відповідає півкруглим ділянкам фальців зошитів, в результаті чого вперше розроблено модель впливу палітурних клеїв на природні кути розкривання книжкових блоків, зшитих нитками, яка дозволяє оптимізувати профільні параметри і товщину клейового шару.

удосконалено:

- метод аналітичного аналізу факторів впливу технологічних процесів виготовлення книжкової продукції, для визначення основних руйнівних чинників, способів їх мінімізації, або значного усунення, який ґрунтується на відображенні фізико-механічних властивостей структури контактувальних матеріалів – паперів, картонів і клейових полімерних композицій, що в сукупності забезпечує ефективність дослідження і дозволяє обумовлювати використання матеріалів із максимальною збіжністю їх властивостей.

Практичне значення отриманих результатів.

- розроблено та реалізовано ресурсощадний технологічний процес виготовлення інноваційних ергономічних напівжорстких обкладинок, новизна яких захищена патентами на корисні моделі України № 134723 і №137378, з розрахованою контурною і структурною побудовою, що забезпечує жорсткі допуски відхилення від прямокутної площинної геометрії, а в місцях стиків крайок і клапанів відсутність напусків однієї їх частини на інші;

- розроблено та реалізовано комплекс математичних залежностей для визначення впливу товщини Ш-подібних клейових шарів на міцність скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками;

- розроблено та реалізовано методичку розрахунку необхідної і достатньої кількості клею для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, яка враховує геометричні особливості такого скріплення, на основі чого Державному видавництву «Преса України» надані «Норми витрат клею при окантовуванні книжкових блоків зшитих нитками на лінії «Kolbus КМ-600», застосування яких сприяє скороченню витратної складової на 12-14% для

полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД), і на 10-12% для термоклеїв Technomelt Q3660 і ВАН 776 (Німеччина), в порівнянні з державними нормативними показниками, що в поточний період застосовуються у книжковому виробництві.

- створено конструкції пристроїв, новизна яких захищена патентом на винахід України №119418, зі змінною контурною геометрією для висікання розгорток напівжорстких обкладинок одного формату і змінної товщини корінця;

- створено конструкцію пристрою, новизна якого захищена патентом на винахід України №121187, для визначення міцності палітурних матеріалів через опір продавлюванню індентором, конструкція якого дозволяє враховувати, в процесах вимірювання, машинне і поперечне машинному розташуванню волокон в матеріалах;

- для експериментальних досліджень та можливого виробничого застосування спроектовано та побудовано експериментальну модульно-секційну фальцювальну-склеювальну лінію з виготовлення інноваційних ресурсоощадних напівжорстких обкладинок;

- результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень впроваджено у виробництво Державного видавництва «Преса України», ТОВ «ПРИНТ МЕДІА», ТОВ «Виробничо-комерційне підприємство «СТ-ДРУК»;

- результати досліджень використовуються в навчальному процесі на кафедрі технології поліграфічного виробництва ВПІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» при викладанні лекційних матеріалів, проведенні лабораторних і практичних робіт з дисциплін «Технологія брошуровально-палітурних процесів», «Конструювання поліграфічної продукції», «Технології переробки і утилізації поліграфічної продукції», для підготовки магістерських дисертацій.

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати теоретичних та експериментальних досліджень отримані автором особисто. У спільних теоретичних працях [1-3, 5-7, 13, 15, 20-21] автору належить формулювання

задач досліджень, обґрунтування методології та способу їх розв'язку, проведення математично-статистичного аналізу та формулювання висновків. У прикладних дослідженнях [4] автору належить розроблення моделі роликово-валкового механізму обертального пресування напівжорстких обкладинок.

Для виконання експериментальних досліджень автором визначались завдання досліджень, вибірка матеріалів, технологічне обладнання, контрольно-вимірювальні прилади; здійснений аналіз отриманих результатів, обґрунтовані висновки й практичні рекомендації для впровадження у поліграфічне виробництво.

У патентах України на винахід [27, 28] та корисні моделі [29, 30] автору належить генерація ідей і безпосередня участь у постановці та принциповому вирішенні завдань.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень, які викладені в дисертації, оприлюднені автором у доповідях і повідомленнях вітчизняних та міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях та опубліковані в тезах доповідей до них: Міжнародній науково-практичній конференції "Квалілогія книги" (Львів, 1996), Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва» (Київ, 1998), 1-й Міжнародній конференції «Технологія і техніка друкарства "ДРУК –2004"» (Київ, 2004), III Міжнародній науково-технічній конференції «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології, (PMW–2018 (Львів, 17–19 жовтня 2018 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 14 - 16 травня 2019 р.), IV Міжнародній науково-технічній конференції «Поліграфічні, мультимедійні та WEB-технології» (Харків, 14-17 травня 2019), X Міжнародній науково-практичній конференції «Квалілогія книги» (Львів, 12 вересня 2019 р.), IX Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні» (Львів, 03-07 лютого 2020 р.), 84-й науково-технічній конференції БГТУ

«Принттехнології і медіакомунікації» (з міжнародною участю), (Мінськ, 3-14 лютого 2020 г.), X Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 29-30 квітня 2020 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 34 наукових праці, у тому числі 20 статей у наукових фахових виданнях, з них 2 статті у виданнях іноземних держав (1 стаття з переліку SCOPUS), 4 статті з переліку Міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 15 статей у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 2 патенти на винахід, 2 патенти на корисні моделі, 10 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Обсяг рукопису – 385 сторінок, в тому числі 314 сторінок основного тексту, 118 рисунків, 32 таблиці, 224 найменування в списку використаних джерел, 7 додатків.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ І НАПРЯМКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1. Причини, наслідки та види руйнування книжкової продукції

Механічні пошкодження книжкової продукції, що виникають впродовж тривалого часу інтенсивного використання, впливають на збереження геометричних параметрів, конкурентоспроможність зовнішнього вигляду, експлуатаційну стійкість і пружно-пластичну здатність досягати кутів розкриття книжкових блоків у 180° [180].

Сканування інформаційних об'єктів, розташованих на сторінках книжок, зручне читання, в процесі якого очі людини без напруження сприймають зображення зі сторінок книги в момент їх перпендикулярного розташування до площини сторінок, а також в інших випадках належна передача зображення забезпечується тільки зі сторінок максимально розкритих блоків [180].

Конструктивна просторова рухомість книг утворена неоднорідними за показниками міцності з'єднаннями їх визначальних складових таких, як корінцева частина, скріплена у незшивний спосіб, або зшита нитками, місця приклеювання форзаців до книжкових блоків і до книжкових оправ, палітурки і обкладинки різних видів у різний спосіб приєднаних до блоків.

Тому, в силу притаманній для книжкової продукції неоднорідності просторових з'єднань, кожна їх частина по різному здійснює опір експлуатаційним деформаціям, які скорочують життєвий ресурс книг визначений стандартами на технологічне виготовлення [180].

Аналіз процесів забезпечення і контролю властивостей книжкових видань при серійному виробництві показує, що їх можна розглядати як результат функціонування певних рухомих складових елементів, що утворюють просторову конструкцію книги, як матеріального виробу з множиною невідомих причинно-наслідкових зв'язків і параметрів.

Термін споживчого використання та експлуатаційна стійкість до руйнівних процесів і зношування визначається, в першу чергу, як

конструктивними особливостями книги, так і властивостями витратних палітурних матеріалів, над якими здійснені фізико-механічні перетворення в процесі технологічного виготовлення.

Моделювання руйнівних процесів книжкової продукції під час проведення досліджень і формалізація отриманих результатів здійснені за допомогою теорії планування експерименту і базуються на встановленні й вивченні зв'язків між основними конструктивними деталями книги, які можуть бути вдосконалені в результаті проведених досліджень. В ролі математичних моделей використані ймовірні або статистичні моделі.

Процеси поліграфічної технології складаються з великої кількості операцій і належать до категорії складних, а їх математичні моделі являють собою складні залежності. Тому доцільно використовувати опис елементів математичних моделей процесів контролю якості виготовлення книжкової продукції у поліграфічному виробництві, який відзначається наочністю, дозволяє враховувати велику кількість параметрів і цим спрощує процес моделювання.

На рис. 1.1.1 та рис. 1.1.2 зображений переріз корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, на прикладі якого можливо дослідити явища експлуатаційної деформації найбільш характерні для книжкової продукції.

Конструкції корінцевої частини таких книжкових видань в палітурках, незалежно від типів палітурок, складаються із визначеної конструкцією блоків кількості рухомих складових, що утворюють просторову конструкцію, обмежену контурними розмірами [103].

Просторові конструкції корінцевої частини книжкових блоків змінюють конфігурацію при розкриванні в послідовному або стохастичному порядку, що виникає в процесі споживчого використання (рис. 1.1.1).

Враховуючи утворення природних кутів розкривання книжкових блоків в межах 90° - 115° , досягнення показників розкриття блоку, які забезпечують зручність отримання інформації з книжкового розвороту розкритого на 180° ,

можливе лише за допомогою додаткових зусиль прикладених, як до складових корінцевої частини книжкових блоків, так і до книжкового блоку в цілому [103].



Рис. 1.1.1. Зміна просторової конструкції корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками при перегортанні сторінок

Експлуатаційні зусилля, що прикладаються до книжкового блоку можуть мати послідовний циклічний характер впродовж посторінкового

перегортання, а також можуть мати характер одноразового впливу в процесі дискретного розкривання блоку у визначеному місці. Через інтегрованість конструкції книги, що складається зі значної кількості елементів, з'єднаних один з одним за допомогою стібків ниток, клейових полімерних композицій, окантовувальних матеріалів, форзаців, матеріалів палітурок і т. п. і взаємопов'язаних між собою, зусилля деформації направлені на окремі складові книги впливають на загальну конструкцію в цілому [103]

Відповідно, на рис. 1.1.2, а зображено графічний переріз корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками у статичному стані до початку розкриття.

Відповідно, корінцева частина палітурки, а також Ш-подібне корінцеве з'єднання фальців книжкових зошитів мають прямолінійну геометрію й утворюють зрівноважену конструктивну побудову [180].

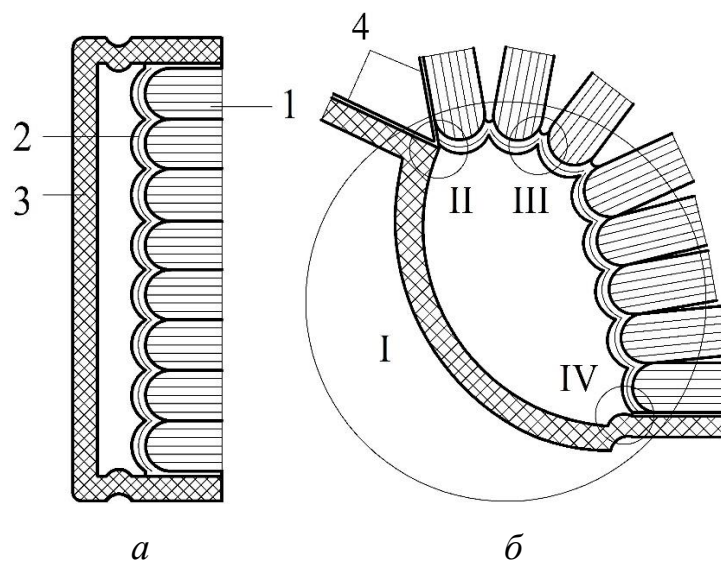


Рис. 1.1.2. Переріз корінцевої частини і рухомих зон частково розгорнутого книжкового блоку, *а* – книжковий блок в статичному стані до початку розкриття, *б* – частково розкритий блок, 1 – книжкові зошити, 2 – Ш-подібний клейовий шар, 3 – книжкова оправа, 4 – форзац, I – умовний корінцевий шарнір, II – рухома зона вздовж фальцу форзаца, III – рухомі зони Ш-подібної клейової пластини, IV – рухома зона вздовж фальцу нахзаца.

З початком розкриття книжкового блоку прямолінійна геометрія корінцевої частини змінюється – корінець обкладинки і клейовий шар вигинаються у зворотному один від одного напрямку, утворюється декілька рухомих зон: I – загальний умовний рухомий шарнір корінцевої частини з визначеною контурною геометрією сталого розміру; II – рухоме з’єднання книжкового блоку (1) з палітуркою (3) через форзац (4) і окантовувальний матеріал, III – рухома клейова пластина (2) армована стібками ниток і окантовувальним папером; IV – рухоме з’єднання книжкового блоку з палітуркою через нахзац і окантовувальний матеріал [180].

Таким чином, є підстави стверджувати про можливість спрямованої дії процесів деформації книжкових блоків на загальну конструкцію книги незалежно від точок докладання руйнівних зусиль, відмінних лише за розмірними показниками, через проєкцію зусиль на складові книги й віддаленість від точок їх прикладання [103].

Враховуючи різноманітність застосовуваних матеріалів і конструктивних особливостей складових книги, процеси експлуатаційної деформації, що призводять до руйнування книжкової продукції, відмінні за розмірними наслідками і часом їх виникнення.

Книжкові видання у яких блоки зшиті нитками, як найбільш характерні прототипи книжкової продукції, можливо поділити на деякі умовні групи, в переліку показників яких будуть враховані імовірні кола споживачів. Які сприяють формуванню і систематизації прогнозованих експлуатаційних навантажень на книгу, як матеріальний об’єкт з особливими властивостями [93].

До таких груп книжкових видань можна віднести дитячу літературу, довідкову, вишівську, технічну, шкільні підручники, словники, літературу з поліпшеними показниками матеріалів, подарункову, виготовлену з ексклюзивних складових, завдяки яким відтворюються складні високохудожні дизайнерські макети [101].

Відповідно, визначаючи умовну градацію видань в процесі технологічного виготовлення, в першу чергу враховуються умови експлуатації книг – періодичне використання і зберігання в сприятливих статичних обставинах, без впливу негативних факторів, або інтенсивне застосування з додатковим експлуатаційним навантаженням, внаслідок постійного читання, перекладання і транспортування в різних умовах [103].

Для врахування особливостей технологічного виготовлення книжкової продукції необхідно враховувати основні види руйнувань книги, що виникають під час їх довготривалого використання [54].

Одним із таких важливих джерел накопичення інформації з приводу руйнівних дефектів є бібліотечні заклади з активно використовуваним книжковим фондом тривалого зберігання.

Які через інтенсивність залучення книжкового ресурсу й накопичення руйнівних дефектів в книжкових блоках, що унеможлиблюють споживче використання примірників книжкових видань, змушені здійснювати відновлювальні технологічні операції найбільш зношених книжок для продовження їх читацької життєдіяльності.

1.2. Порівняльні дослідження книжкових блоків тривалої експлуатації без застосування відновлювальних заходів реставрації

Для визначення видів руйнування книжкової продукції, що призводять до втрати властивостей для подальшої споживчої експлуатації, проведені дослідження значного й об'ємного бібліотечного фонду Державного видавництва «Преса України» сформованого впродовж 101 року від початку заснування видавництва.

Бібліотечний фонд, із якого формувалась вибірка книжкових видань для дослідження, нараховує 92 000 найменувань із яких відсортовано 422 книги з характерними матеріальними дефектами, отриманими впродовж тривалої інтенсивної споживчої експлуатації.

Продовження табл. 1.2.1

1	2	3	4	5	6	7
9	БАЙРОН ИЗБРАННЫЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ	1935	172×260×20	80	Тип 5	1
10	А. С. ПУШКИН СТИХОТВОРЕНИЯ	1937	145×220×35	80	Тип 7	3
11	Ч. ДАРВИН ИЗМЕНЕНИЕ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ В ДОМАШНЕМ СОСТОЯНИИ	1941	168×260×40	80	Тип 7	1
12	ЧАРЛЗ ДАРВИН ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДОВ	1952	70×108/16 (25)	80	Тип 7	1
13	ЭЛИЗА ОЖЕШКО СОЧИНЕНИЯ	1954	126×200×25	80	Тип 7	5
14	ТЕОДОР ДРАЙЗЕР СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ	1955	60×92/16 (25)	80	Тип 5	12
15	А. П. ЧЕХОВ СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ	1956	84×108/16 (25)	80	Тип 7	12
16	БОЛЬШАЯ СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ	1957	84×108/16 (50)	80	Тип 7	53
17	АЛЬФОНС ДОДЕ ИЗБРАННОЕ	1957	130×200×40	80	Тип 5	1
18	МАЛАЯ СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ	1959	82×108/16 (36)	80	Тип 7	10
19	РОМЕН РОЛЛАН ОЧАРОВАННАЯ ДУША	1959	60×92/16 (40)	80	Тип 5	1
20	ВСЕМИРНАЯ ИСТОРИЯ	1959	84×108/16 (40)	80	Тип 7	10
21	ДЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ	1960	84×108/16 (30)	80	Тип 7	10
22	ДЖЕК ЛОНДОН СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ	1961	84×108/32 (25)	80	Тип 7	14
23	БОЛЬШАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ	1961	70×108/16 (30)	80	Тип 7	38
24	УКРАИНСКО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ (под редакцией И. Н. Кириченко)	1961	70×108\16 (28)	80	Тип 7	16
25	СОВЕТСКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ	1967	84×108/16 (25)	80	Тип 7	16
26	А. П. ЛАДИНСКИЙ АННА ЯРОСЛАВОВНА – КОРОЛЕВА ФРАНЦИИ	1973	60×90/16 (55)	80	Тип 5	1
27	ИВАН ЕФРЕМОВ СОЧИНЕНИЯ	1975	84×108/32 (40)	80	Тип 7	3
28	ОЛЕСЬ ГОНЧАР ТВОРИ	1978	84×108/32 (25)	80	Тип 7	6

Продовження табл. 1.2.1

1	2	3	4	5	6	7
29	УКРАЇНСЬКА РАДЯНСЬКА ЕНЦИКЛОПЕДІЯ	1984	84×108/16 (25)	80	Тип 7	12
30	ЮРИЙ МУШКЕТИК ТВОРИ	1987	84×108/32 (25)	80	Тип 7	5
ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ТОМІВ:						422

Першу книгу, що залучено для перевірки утворених руйнівних дефектів, датовано 1885 роком видання – останню 1987 роком видання.

З бібліотечного фонду відібрані зразки книг не лише тривалого періоду використання, а підібрані згідно з дотриманням поширених форматів, використовуваних в сучасному книговиданні, конструктивної схожості побудови, маси й видів паперу, а також конструкції книжкових оправ.

Систематизація книжкової вибірки за наведеними ознаками дозволяє стверджувати про ефективність підготовки матеріальної бази дослідження, отриманої в результаті виготовлення книжкових блоків в різний часовий відрізок, з тотожних матеріалів, засобами тотожних технологічних процесів з різним рівнем їх механізації.

Інтенсивність експлуатаційного впливу на примірники книжкових видань бібліотечного фонду забезпечили працівники 52 редакцій газет, журналів, а також поліграфічного комбінату видавництва з кількісним складом у 3,5 тис. осіб, для яких постійне користування бібліотечним фондом входить до переліку необхідних професійних заходів.

Відомо, що умови експлуатації книг відмінні і носять дискретний або циклічний характер, руйнівні навантаження по різному впливають на конструктивні складові виготовленої книги, палітурні матеріали по різному формують опір напругам, що виникають.

Тому є підстави вважати, що недостатня визначеність впливу руйнівних зусиль на утворення незворотних дефектів, що унеможлиблюють подальшу експлуатацію книжкової продукції може бути усунута внаслідок проведених досліджень впливу експлуатаційних навантажень на характер і наслідки руйнівних процесів.

Виявлені й систематизовані поширені типи руйнування конструктивних елементів книжкової продукції зображені на рис. 1.2.1, пропорційність їх виникнення систематизована і відтворена в табл. 1.2.2, а графічне пропорційне порівняння типів руйнувань конструктивних елементів книг зображено на гістограмі рис. 1.2.2.

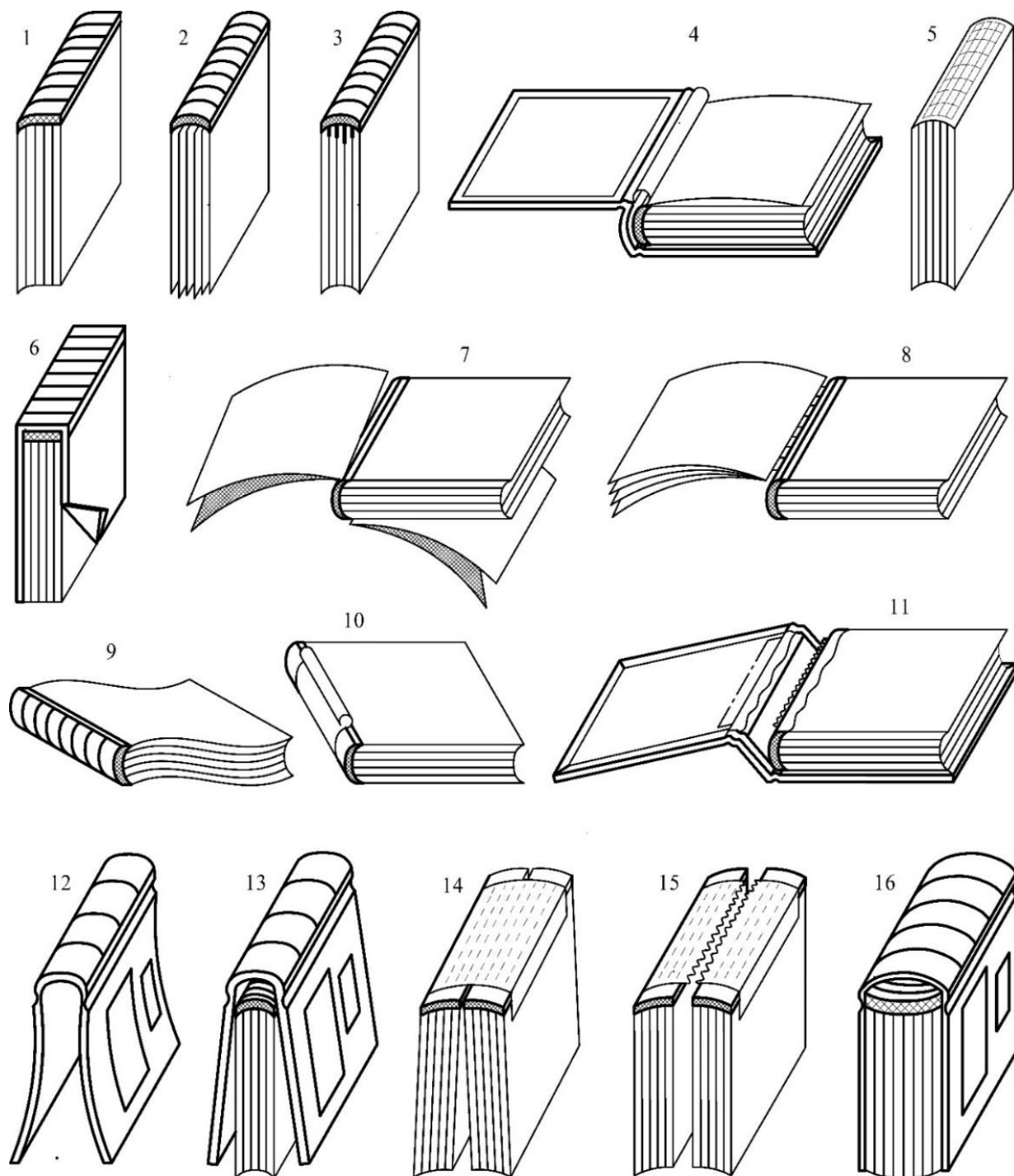


Рис. 1.2.1. Поширені типи руйнування конструктивних елементів книги

1 – односторонній перекис корінця книжкового блоку, зшитого нитками; 2 – руйнування клейового скріплення корінцевої частини книжкового блоку з випадінням аркушів і зошитів; 3 – затікання клею у між сторінковий простір, розшарування аркушів під час розкривання блоків у місцях склеювання; 4 – відрив форзацу вздовж лінії фальцу; 5 – руйнування стібків ниток корінцевої частини блоку; 6 – часткова деформація або руйнування книжкових оправ; 7 – від'єднання форзаців і нахзаців від крайніх зошитів блоку; 8 – дискретне від'єднання зошитів блоку через руйнацію стібків ниток; 9 – деформація блоку зшитого нитками; 10 – деформація і руйнування окантовувальної стрічки; 11 – від'єднання палітурки через деформацію і руйнування форзаців і окантовувальної стрічки; 12 – деформація першої й другої сторінки палітурки; 13 – руйнування з'єднання блоку з палітуркою, від'єднання і випадіння блоку; 14 – часткове або повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини в місцях дискретних експлуатаційних перегинань; 15 – повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини з руйнуванням окантовувального матеріалу; 16 – провисання блоку в палітурці через втрату міцності корінцевого з'єднання.

Таблиця 1. 2. 2. Пропорційне (%) порівняння типів руйнувань книжок

№	Поширені типи руйнування конструктивних елементів книги	(%)
1	2	3
1	Відрив форзацу вздовж лінії фальцу	15,35
2	Часткове або повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини в місцях дискретних експлуатаційних перегинань	14,7
3	Повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини з руйнуванням окантовувального матеріалу	13,2
4	Від'єднання форзаців і нахзаців від крайніх зошитів блоку	10,5
5	Провисання блоку в палітурці через втрату міцності корінцевого з'єднання	8,4
6	Руйнування з'єднання блоку з палітуркою, від'єднання і випадіння блоку	7,2
7	Дискретне від'єднання зошитів блоку через руйнацію стібків ниток	6,5

Продовження табл.1.2.2

1	2	3
8	Руйнування клейового скріплення корінцевої частини книжкового блоку з випадінням аркушів і зошитів	5,0
9	Від'єднання палітурки через деформацію і руйнування форзаців і окантовувальної стрічки	4,1
10	Затікання клею у між сторінковий простір, розшарування аркушів під час розкривання блоків у місцях склеювання	3,6
11	Часткова деформація або руйнування книжкових оправ	2,0
12	Деформація блоку зшитого нитками	1,75
13	Деформація першої і другої сторінки палітурки	1,70
14	Односторонній перекис корінця книжкового блоку зшитого нитками	1,65
15	Деформація і руйнування окантовувальної стрічки	1,5
16	Руйнування стібків ниток корінцевої частини блоку	1,5
17	Інші види руйнування книги	1,35

Необхідно відзначити, що виявлені найбільш поширені типи руйнувань книжкової продукції, з вибірки зазначеної тривалості споживчої експлуатації у 135 років, засвідчили їх повторюваність і тотожність впродовж досліджуваного періоду.

Систематизація результатів наведених досліджень дозволяє вважати, що наявні підходи для отримання довірчих показників підтверджені результатами чисельного аналізу 422 примірників книг, виготовлених у різний часовий проміжок.

Які показали, що ні папір і палітурні матеріали, ні рівень механізації технологічних процесів не вплинули значним чином на розподіл руйнівних дефектів, на періодичність і кількість їх виникнення.

Завдяки цьому можна стверджувати, що, не дивлячись на наявну відмінність фізичних показників виявлених руйнівних дефектів, існує об'єктивна системність їх виникнення.

Вплив зовнішніх чинників на складові книжкової продукції в процесі зберігання, читання, сканування, а також транспортування різними засобами, в різних кліматичних умовах, впродовж тривалого часу призводить не тільки до появи різних, за місцем докладання експлуатаційних зусиль, руйнівних

дефектів, а до повної й незворотної втрати цілісності книги, як матеріального об'єкта.

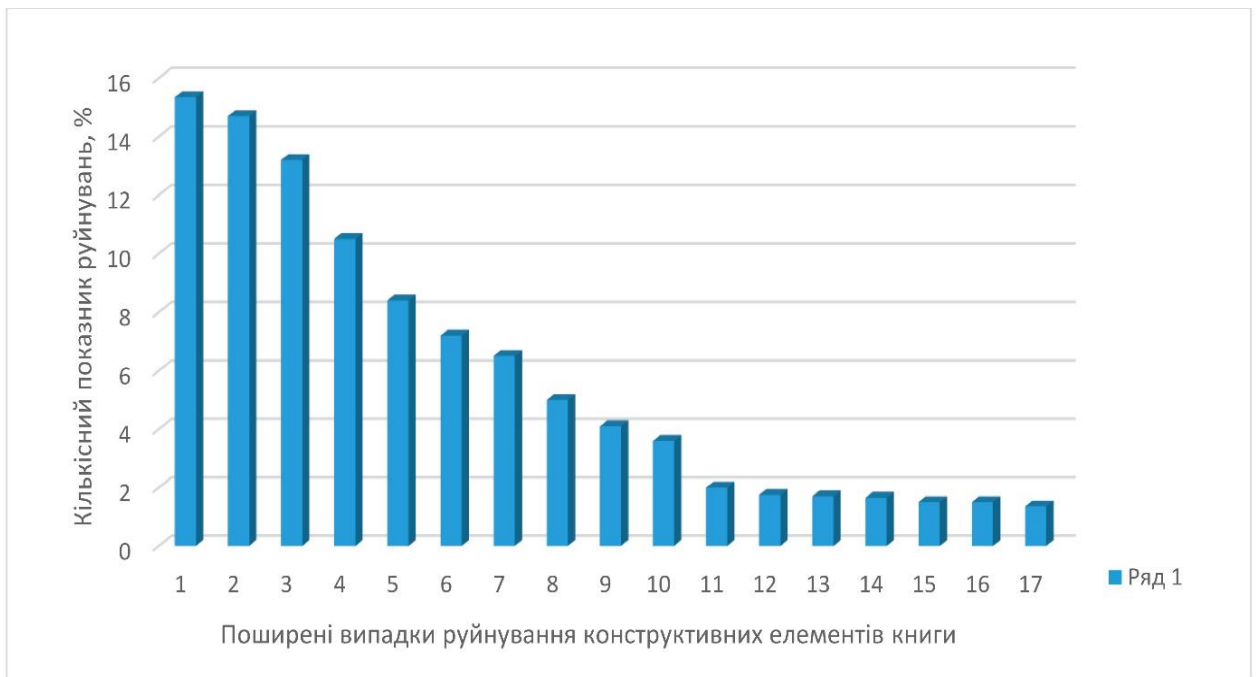


Рис. 1.2.2. Гістограма пропорційного порівняння типів руйнувань конструктивних елементів книги

До найбільш поширених дефектів, що виникають впродовж тривалої експлуатації книжкової продукції необхідно віднести: відрив форзацу вздовж лінії фальцу (15,35%), часткове або повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини в місцях дискретних експлуатаційних перегинань (14,7%), повне розколювання корінцевої клейової полімерної пластини з руйнуванням окантовувального матеріалу (13,2%), від'єднання форзаців і нахзаців від крайніх зошитів блоку (10,5%), що разом складають понад 50% (53,75%) від загальної кількості виявлених і систематизованих дефектів.

1.3. Система показників якості книжкової продукції

Система оцінки якості книжкової продукції, як і будь-яка інша система, формується в результаті систематизації класифікаційних ознак, які необхідно відібрати із широкого кола параметрів, що враховують різноманітні властивості матеріального об'єкта [89].

Аналіз чинних методик оцінки якості показав, що спільним для всіх методик є процес оцінки рівня якості, що складається з наступних основних етапів: вибору номенклатури показників, що характеризують якість, їх базових значень; оцінки якості за одиничними показниками; зведення воедино (агрегування, згортка) значень рівнів якості за одиничними показниками для визначення рівня якості за комплексним показником [144, 145].

Визначення поняття "якість" зафіксовано в стандартах ISO-9001 і зазначено таким чином: "Якість видавничої продукції як матеріалізована й розмножена (тиражована) форма втілення розумової, духовної й виробничої діяльності її творців визначається сукупністю змістовно-інформативних, техніко-технологічних, ергономічних, естетичних, економічних параметрів" [36].

Окрім того, якість – це сукупність властивостей продукції, які обумовлюють задоволення потреб користувача відповідно до її призначення [36].

Враховуючи особливості створення макетів книжкової продукції і технологічних процесів її виготовлення можливо оцінювати якість книги за такими параметрами [6]:

- інформаційний: якість розкриття теми: актуальність, новизна й оригінальність теми, обраної для оприлюднення у виданні; мовна стилістика текстового матеріалу, який послідовно відтворює змістовну складову визначеної теми; художня ілюстративність описаних в тексті видання подій, що сприяє формуванню образного сприймання тематики видання. Якість подання інформації у виданні за обраною тематикою, що за жанровим, композиційним і мовним способом викладення враховує споживчі уподобання читацької аудиторії [6].

- матеріально-технічно-технологічний: якість відображення тексту й ілюстрацій отримана за результатами використовуваних друкарських технологічних процесів, залученого для них обладнання, видів і маси паперу, обраного для відтворення художнього образу за тематикою видання; ергономічність,

обумовлена пропорційністю форматів книги, якістю скріплення корінцевої частини книжкового блоку за допомогою шитва нитками, полімерними й металевими скобами, або застосуванням клейового з'єднання; максимальний кут розкриття блоку, без докладання додаткових зусиль, що призводять до передчасної руйнації корінцевої частини книжкового блоку, міцність та експлуатаційна витривалість споживчого використання; якість книжкових оправ, виготовлених з дотриманням захисних та рекламно-інформаційних функцій, скріплених з блоком за допомогою різноманітних конструктивних брошурувально-палітурних з'єднань [6].

Вимірювання якості продукції в поліграфічній галузі ґрунтується на положеннях і підходах до якості як єдиного динамічного поєднання окремих властивостей і взаємозв'язків з іншими властивостями (з урахуванням їх вагомості й важливості), що впливає на формування ієрархічної структури якості продукції з врахуванням системного підходу до оцінки й виміру якості продукції в сукупності з її безпекою, споживчими й вартісними характеристиками [4].

Узагальнення цього факту сформульовано у вигляді наступної класифікації основних показників якості книжкової продукції різних видів, з точки зору технологічності виготовлення і споживчого використання [6]:

1. Показники призначення характеризують властивості книжкової продукції, що визначають основні функції й мережу її застосування. Вони поділяються на наступні показники [64]:

- *Соціального призначення* – суспільної доцільності випуску книжкової продукції, соціальної адреси й споживчого класу продукції, її відповідності оптимальному асортименту, вимогам моди, сезонності, супутнім соціальним ефектам [64];

- *Функціонального призначення* – досконалість виконання книжковою продукцією основних інформаційних, пізнавальних і естетичних функцій, забезпечення універсальності застосування, широта діапазону, умов і можливостей використання [64].

2. Показники надійності характеризують збереження споживчого використання у визначений термін, відновлюваність та збереженість впродовж читання і транспортування, здатність тривалого збереження експлуатаційних властивостей до повної руйнації конструкції книги, або її складових [64].

3. Ергономічні показники характеризують зручність використання лінійної системи «людина – книжкова продукція - середовище» серед яких антропометричні, гігієнічні та психологічні [64].

4. Естетичні показники визначають здатність відображати естетичні уявлення і забезпечувати раціональність форми (відповідність естетичної форми книжкової продукції умовам її виробництва й експлуатації), цілісність композиції (єдність частин і цілого, взаємозв'язок кольорових сполучень, колоритів тощо) [64].

5. Екологічні показники визначають вміст шкідливих домішок у матеріалах виготовлення книжкової продукції, ймовірність викидів шкідливих компонентів, супутніх здійсненню технологічних процесів в навколишнє середовище, а також при зберіганні, транспортуванні, експлуатації та переробленні [64].

6. Показники технологічності характеризують трудові, матеріальні, фінансові витрати при виробництві, експлуатації та частковому відновленні книжкової продукції, наближеному до початкових значень, показників її якості, обсягу випуску й умов виконання робіт (трудомісткість, енергомісткість, матеріаломісткість, собівартість) [64].

7. Показники стандартизації й уніфікації характеризують використання в книжковій продукції стандартних форматів для блоків, скріплених нитками, металевими і полімерними скобами, клейовими композиціями, а також для книжкових оправ, поділених на типи, і технологічних процесів друкування і брошурувально-палітурного оздоблення [64].

8. Показники безпеки характеризують нешкідливість та безпечність продукції для людини при її переробленні та експлуатації [64].

Сприятливе, з точки зору споживчого використання, поєднання характеристик книжкової продукції досягається конструктивним співвідношенням між різними характеристиками складових побудови книги і їх групами (книжковими блоками, палітурками, корінцевими з'єднаннями тощо). Це дозволяє стверджувати, що досягнення оптимальних характеристик структурної побудови книжкової продукції є важливим завданням розробки нових видів книжок і забезпечення їх якості.

Визначення впливу і шляхів поліпшення якості полягає, в першу чергу, у перегрупованні й вдосконаленні притаманних книжковій продукції характеристик. Нових показників якості можливо досягнути внаслідок зменшення складових елементів книг і підвищення їх функціональних можливостей.

А також внаслідок застосування інноваційних палітурних матеріалів та використання нових конструктивних побудов ергономічних макетів книг, які можливо виготовити із залученням ресурсоощадних технологій.

Окрім того, дослідження конструктивних особливостей побудови різних видів книжкової продукції та умов їх споживчого використання показує, що отримання нових характеристик можливе також лише внаслідок залучення новітніх поліграфічних матеріалів і технологічних процесів розрахованих на них, які не змінюють загальну побудову книг, але підвищують рівень їх корисності.

Інший напрямок досліджень стосується визначення наслідків руйнівних процесів, які із плином часу змінюють фізичний стан, якість і придатність книжкової продукції до використання.

Тому цю обставину фізичного старіння, як складових книги, так і матеріального об'єкта в цілому, можливо використовувати для визначення і вдосконалення елементів книги, які в першу чергу втрачають експлуатаційний ресурс [89].

А також використовувати для перспективного планування профілактичних і відновлювальних технологічних процесів для книжкових

примірників бібліотечних фондів, на які здійснюється тривалий вплив експлуатаційних навантажень, що призводять до їх передчасного руйнування.

Комплексна оцінка якості книжкової продукції повинна охоплювати всі стадії життєвого циклу видання: його зміст, як основну споживчу вартість, параметри матеріальної конструкції, якість редакційно-художньої підготовки та поліграфічного виконання, популярність автора, видавця і торгової марки [14].

Враховуючи системний показник якості книжкової продукції, з позицій квалілогії, імовірно оцінювати книгу як соціотехнічну систему, яка враховує філософські, соціально-психологічні, аксіологічні, системотехнічні, метрологічні, технологічні, економічні та інші аспекти [6].

Також з позицій квалілогії можливо поєднати такі поняття як якість, корисність, інформативність і ціна друкованого видання, яка стоїть в основі теорії оцінювання [33].

Застосовуючи основні принципи квалілогії, стосовно якості виготовлення книжкової продукції, як результату залучення до її виготовлення високотехнологічних процесів і матеріалів з високим ступенем експлуатаційної стійкості, необхідно забезпечити численні вимоги, обумовлені купівельною спроможністю і рівнем задоволення потреб споживачів.

Технологічне проектування та виробництво книжкової продукції передбачає застосування великої кількості складних операцій та процесів, які потребують системного підходу до аналізу, дослідження та оцінювання матеріальних об'єктів і технологічних перетворень у системі «книга-якість» [152].

З позицій системотехніки процес керування якістю книги можна розглядати як інформаційну технологію опрацювання даних, особливості яких визначаються специфікою поліграфічного виробництва, яке окрім моделей і методів, повинно містити комплекс програм, до яких можна віднести [152]:

- програму аналізу конструкції видання та його елементів [152];

- моделювальну програму ітераційних методів розрахунку складових частин книжкового блоку та обкладинки [152];
- програму кількісної оцінки естетичних та ергономічних показників книжкових видань [152];
- програму оцінки економічного рівня якості книги, взаємопов'язаного з технологічними, ергономічними та експлуатаційними показниками [152].

Умовний поділ основних характеристик і показників якості книжкової продукції може бути здійснений за двома основними напрямками: якість книги, в першу чергу, як носія систематизованої тематичної інформації, рівень якої характеризується змістовими й художніми показниками [6].

А також якість книги, як комплексу властивостей матеріального об'єкта складної просторової конструкції, яка постійно змінюється в процесі читання, або сканування і на яку діють різні за напрямком, величиною і часом впливу руйнівні навантаження, характерні для споживчого використання.

Разом з тим, ґрунтовно підібрані витратні палітурні матеріали та оптимально налаштовані, з точки зору технологічної точності, режими брошурувально-палітурного виробництва, сприяють тиражній стабілізації технологічного виготовлення книжкової продукції та дотриманню її якісних показників.

Функціональний і структурний підхід визначення і класифікації показників якості книжкової продукції, наведений на рис. 1.3.1, передбачає 4 умовних рівні для оцінювання видань і систематизації показників якості, які передбачають виробничо-технологічні (контрольовані та регульовані) показники, показники властивостей поліграфічних матеріалів та споживчі (експлуатаційні) показники [14].

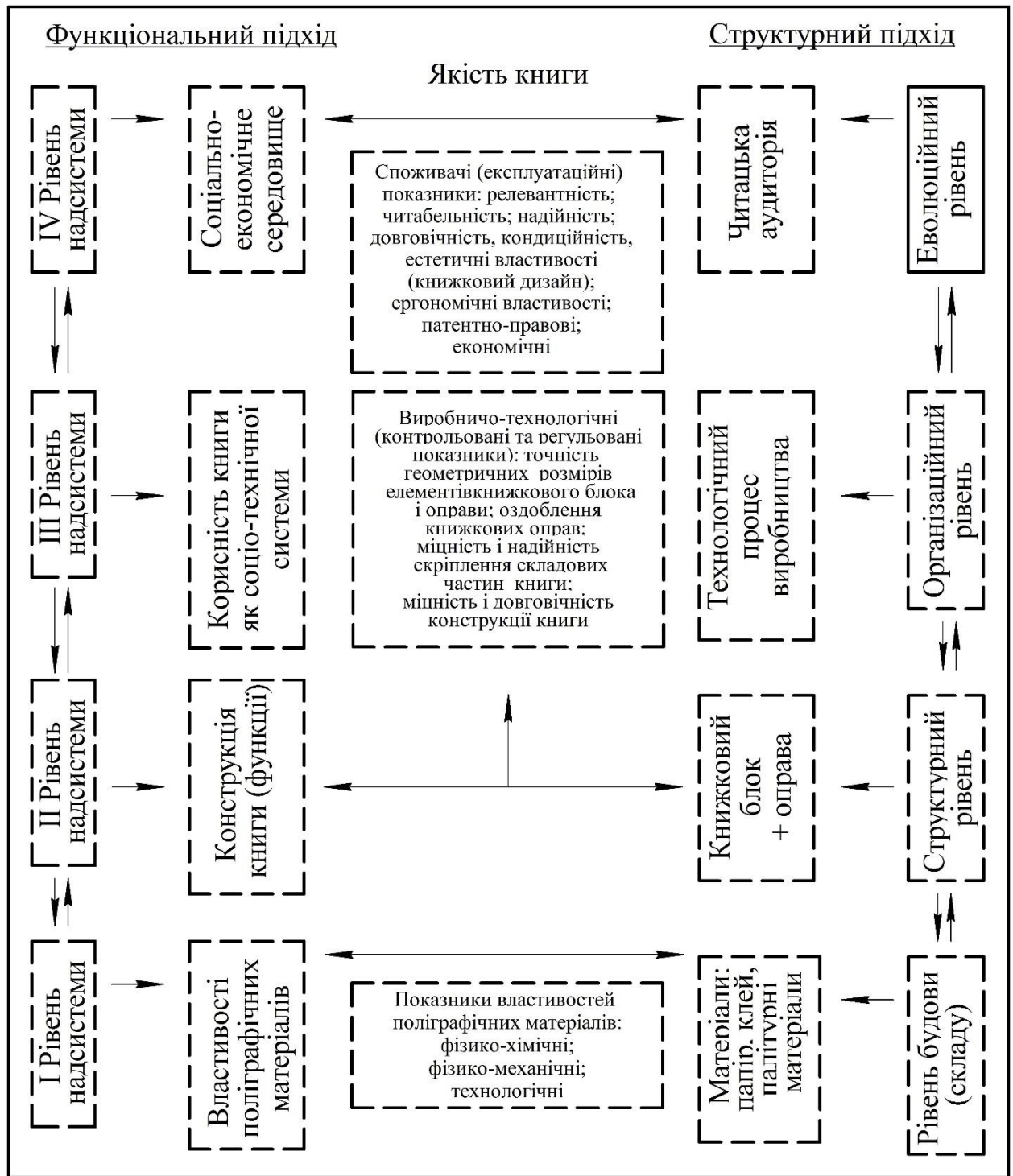


Рис. 1.3.1. Функціональний і структурний підхід визначення і класифікації показників якості книжкової продукції

Серед вагомій маси чинників створення, продажу і використання книжкової продукції, у разі врахування потреби книжкового ринку в появі певного видання з конкурентним інформаційним та дизайнерським

наповненням, головним чинником і носієм основного матеріального значення є технологічне виготовлення книги [89]. Що враховує не тільки показники державних стандартів, дотримання яких забезпечує конкурентоздатність книги як матеріального об'єкта, але враховує і властивості застосовуваних палітурних матеріалів, паперу і картону для підтримання тривалої експлуатаційної життєдіяльності книги після її виготовлення.

Можливо припустити, що в результаті належного виконання технологічних процесів виготовлена книжкова продукція буде відповідати умовам кондиційності – заданим параметрам, обумовленим державними й галузевими стандартами та нормативами. А також умовам надійності у використанні, які полягають, в першу чергу, в тривалому циклічному, або стохастичному розкритті книжкових блоків, що забезпечує зручну читабельність і незначний вплив на формування руйнівних дефектів.

Враховуючи технологічну важливість і значущість процесів додрукарської підготовки і виготовлення друкарських форм та друкарських процесів різних способів друку необхідно виокремити і виявити вплив брошурувально-палітурних процесів завершального етапу технології виготовлення книги на загальні показники якості книжкової продукції.

Окрема увага до здійснення брошурувально-палітурних процесів викликана тим, що з видрукованих аркушів, фальцьованих в зошити, або видрукованих зошитів, форзаців, обкладинок, палітурок та інших складових напівфабрикатів виготовлення книги формується рухома просторова конструкція корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками, складної конфігурації. Особливості такої конструкції полягають у збереженні геометричних параметрів і міцності матеріального об'єкта закритої книги до початку читання, або сканування. І зміні параметрів просторової конструкції книжкового блоку в процесі перегортання сторінок і докладання деформаційних зусиль для забезпечення читабельності. Тому експлуатаційна неоднорідність у використанні книжкової продукції потребує окремого розгляду впливу етапів брошурувально-палітурних технологічних процесів на

загальну якість книжкової продукції. До основних складових брошурувально-палітурного виробництва, що впливають на якість виготовлення книжкової продукції, можливо віднести наступні технологічні процеси та фактори впливу на їх реалізацію (рис. 1.3.2):

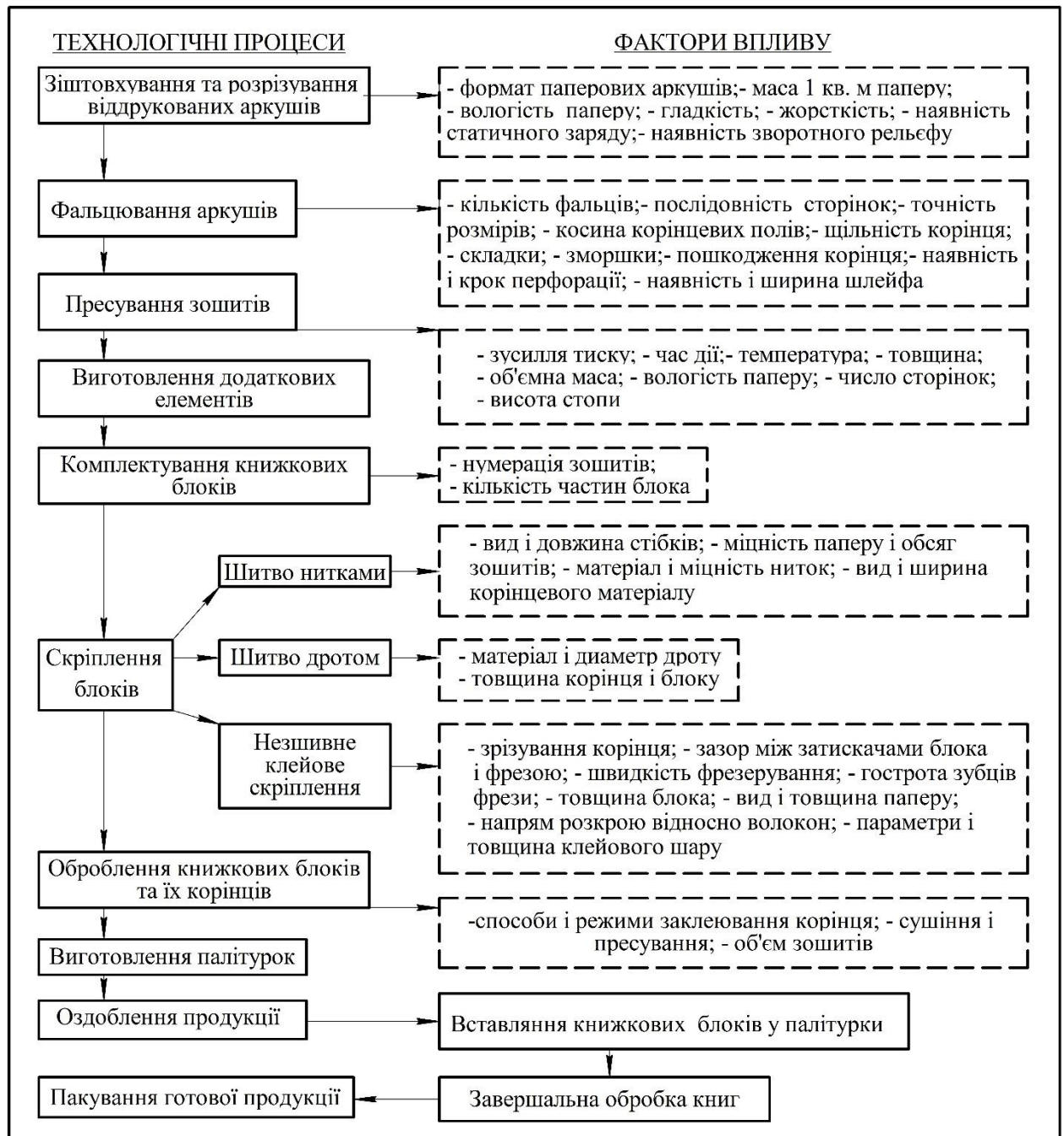


Рис. 1.3.2. Структурна схема технологічних процесів та факторів впливу брошурувально-палітурного виробництва на якість книжкової продукції

Наведене вище свідчить про те, що основні етапи підготування та випуску книжкової продукції характеризуються множинами факторів, кожний з яких

певним чином впливає на формування якісного результату. Окрім того, наявність і строге дотримання нормативів і стандартів якості, згідно з якими оцінюється продукція і розробляються вимоги до технології, машин та режимів реалізації процесів, стають об'єктивною передумовою отримання якісних результатів [147].

Основний напрямок пропонованого дослідження полягає у вдосконаленні окремих технологічних процесів зміцнення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, розробці інноваційних, ресурсощадних, ергономічних напівжорстких обкладинок та проєктуванню і побудові модульно-секційної фальцювально-склеювальної лінії для їх виготовлення. Показники критерію ефективності дослідження підтверджують факт наявності упорядкованих взаємозв'язків між рівнями технологічного процесу і якістю випуску книжкових видань [144].

1.4. Аналіз відмінностей у виготовленні книжкових оправ

В сучасних технологічних процесах виготовлення книжкової продукції відомі технології виготовлення різноманітних обкладинок і палітурок. Відомо, що книжкові оправы у вигляді палітурок формують шляхом з'єднання склеюванням традиційних матеріалів: ламінованого паперу, картону, хром-ерзацу, а також полімерних матеріалів баладеку, балакрону та ін. [105].

При чому, заготовки цих матеріалів, за розмірами згідно з форматами видання, склеюють у технологічній послідовності контактними поверхнями, на площини яких попередньо нанесені клейові полімерні композиції, в результаті чого формуються у завершений вигляд і скріплюються різні частини книжкової оправы.

Палітурки, виготовлені таким чином, в ході окремого трудомісткого технологічного процесу, жорсткі й тверді, прикріплюються до форзаца або

книжкового блоку, у якого форзаці приєднані до крайніх зошитів на попередніх технологічних етапах.

Обрізні обкладинки, на відміну від палітурок, складаються з однієї деталі й мають контурні розміри тотожні контурним розмірам книжкових блоків. Для їх виготовлення використовується обмежена кількість технологічних процесів і матеріалів, що значно здешевлює виготовлення книжкової продукції у таких оправах [103].

Однак, обрізні обкладинки не підтримують тривалий час форму книжкового блоку, легко пошкоджуються, згинаються, краї швидко розтріпуються, зношуються і руйнуються, не дивлячись на ламіновану поверхню, яка частково забезпечує передбачуваний державними стандартами термін використання книги [103].

Відомі типи палітурок, при виготовленні яких імітується жорстка книжкова оправа, що виготовляється із гнучкого картону [119, 120, 121]. Однак книжкові оправи такого типу достатньо складні по відтворенню конструкції і вимагають значно більшої кількості матеріалів, окремих технологічних операцій і спеціалізованих виробничих брошурувально-палітурних ліній для здійснення процесів їх виготовлення [18].

І нарешті, відомі різноманітні розбірні палітурки, в які вставляються книжкові блоки з обкладинками. А також палітурки з повітряними кишнями для вставки книжкових блоків виготовлених за технологією незшивного клейового скріплення, що сприяє частковому зменшенню собівартості тиражної книжкової продукції.

Цей тип палітурок також вимагає окремої спеціалізованої технологічної лінії для їх виготовлення, а з'єднання палітурки із книжковим блоком в обкладинці вимагає витрат додаткового часу для їх комплектації.

Під час експлуатації таких виробів достатньо складно утримувати рознімну палітурку в комплектному стані належним чином, тому книжковий блок має тенденцію випадати з палітурки [105].

Для книжкової продукції розрахованої на нетривалий період споживчого використання, а також для видань невеликих за обсягами сторінок, або зменшених форматів можливим є застосування у якості книжкових оправ недорогих у виготовленні напівжорстких обкладинок. Скорочення витратної складової виготовлення таких обкладинок забезпечується внаслідок залучення мінімальної кількості технологічних процесів і недорогих палітурних матеріалів [105].

На відміну від обкладинок, палітурка показна, міцна і довговічна. Тому в палітурках, виготовлених з міцніших, конструктивно поєднаних матеріалів, випускаються видання більшого обсягу, призначені для тривалого користування, але за дорожчою ціновою категорією [105].

Необхідно визначити конструктивні відмінності, які впливають на міцність, жорсткість і зносостійкість окремих видів напівжорстких обкладинок, що займають середнє становище у переліку найбільш поширених у застосуванні книжкових оправ [105].

І які мають більш складну конструкцію, ніж обрізні обкладинки, але дешевші у виготовленні ніж палітурки й забезпечують довговічність, функціональність, а також конкурентоздатність книги [105].

Широке використання обрізних обкладинок для покриття книжкових блоків забезпечує мінімальну цінову складову у загальній вартості виготовлення поліграфічної продукції, але довготривале її використання призводить до швидкої втрати конкурентоздатного вигляду і прискореної технологічної руйнації [203].

Із серії різноманітних книжкових оправ з різною конструктивною побудовою можливо виокремити найбільш вживані в технологічних процесах типові оправи, такі як оправи у вигляді палітурок, у вигляді обрізних обкладинок та частковий сегмент книг в обкладинках з додатковими елементами у вигляді крайок і клапанів (рис. 1.4.1) [104].

Обрізні обкладинки виготовлюється із цільного аркуша щільного паперу масою 170-350 г/м². Друкарськими засобами наноситься зображення на лицьову,

а за дизайнерською необхідністю і на зворотну сторону аркуша та припресовується двошарова полімерна плівка [104].

Утворений в такий спосіб напівфабрикат (рис. 1.4.1, *а*) приклеюється до корінцевої частини книжкового блоку, підбраного із попередньо надрукованих і сфальцьованих зошитів, скріплених у незшивний спосіб. Після чого обрізується з 3-х сторін разом з основним книжковим блоком [96].

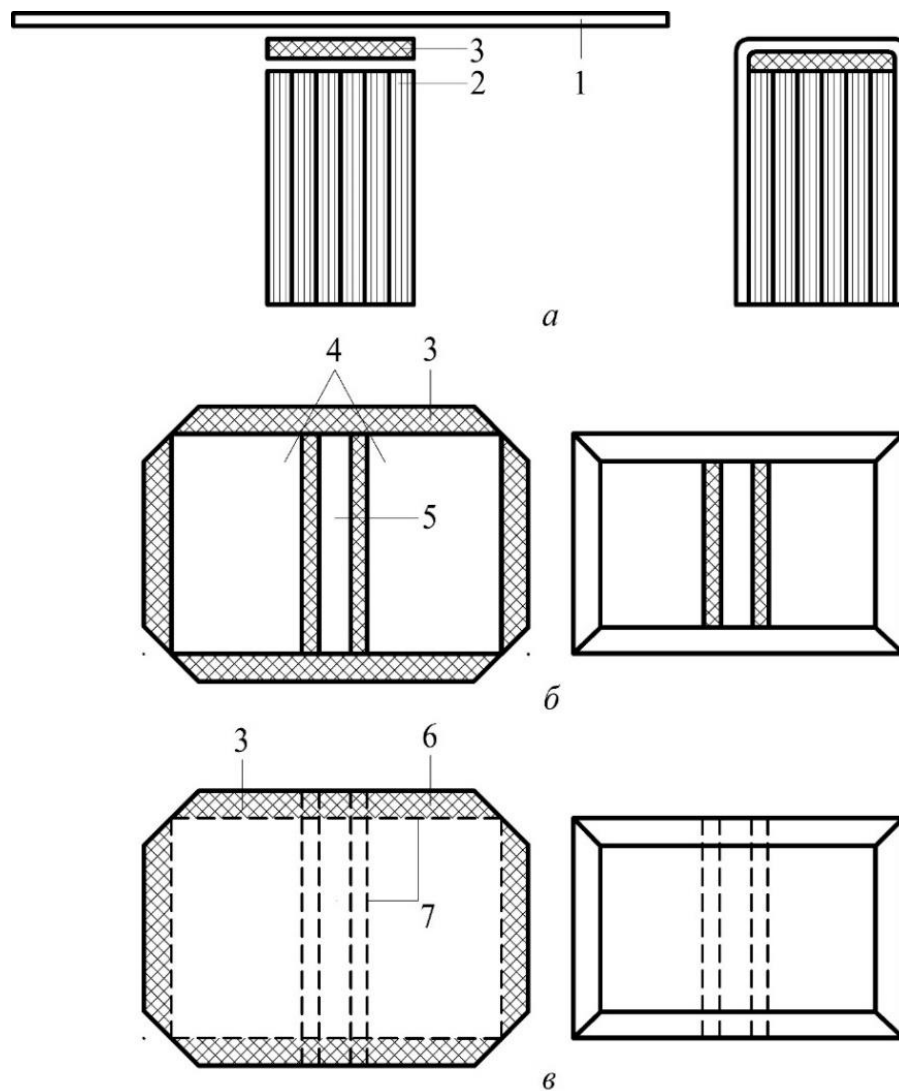


Рис. 1.4.1. Поширені види книжкових оправ, *а* – обрізні обкладинки;
б – палітурки, *в* – обкладинки з приклеєними крайками.

Враховуючи обмежену кількість технологічних операцій та використання недорогих матеріалів при виготовленні книжкових блоків з обрізною

обкладинкою, можливо забезпечити низьку собівартість для видань з нетривалим терміном використання [104].

Але через активну експлуатацію таких книжок, відбувається прискорене руйнування і деформація обкладинок, що призводить до швидкої втрати експлуатаційних властивостей і товарного вигляду книжкової продукції [104].

Для забезпечення довготривалого використання, міцності й експлуатаційної надійності, збереження показного вигляду виготовлюються книги в палітурках (рис. 1.4.1,б), які складається з картонних боковин і відстави, обклеєних палітурними матеріалами, або ламінованими попередньо надрукованими паперами [104].

До визначальних технологічних процесів можливо віднести розкрій матеріалів для відстави і боковин, склеювання палітурок і їх каландрування після склеювання.

За потреби можливе округлення корінців оправ. Окрім того, технологічний ланцюг виготовлення палітурок тривалий і потребує застосування енерговитратних та матеріаломістких процесів.

Через вказані обставини собівартість виготовлення книжкової продукції в книжкових оправах-палітурках суттєво вище ніж в оправах-обкладинках [104].

Своєю чергою, відмінність обкладинок з крайками полягає у їх зміцненні внаслідок загинання та приклеювання вузьких крайок до внутрішньої частини обкладинок, що сприяє зміцненню контурної частини утвореного напівфабрикату і незначному покращенню експлуатаційних показників цього типу обкладинок на відміну від обрізних [104].

1.5.Виявлення технологічних особливостей виготовлення напівжорстких обкладинок

Новітні стратегічні підходи в плануванні поліграфічних технологій виготовлення книжкової продукції передбачають їх інноваційне

вдосконалення, застосування високоякісних палітурних матеріалів, виготовлених за ресурсоощадними показниками та залучення новітніх конструкцій книжкових оправ і засобів їх скріплення з книжковими блоками.

Виявлення технологічних особливостей виготовлення ергономічних і ресурсоощадних напівжорстких обкладинок для книжкових блоків, в яких традиційно використовуються оправи у вигляді палітурок є актуальним напрямком сучасних досліджень для отримання додаткової якості й експлуатаційних можливостей у виготовленні книжкової продукції [200].

Конструкції окремих видів напівжорстких обкладинок [116, 117], виокремлених для досліджень із широкого спектра книжкових оправ, що мають перспективи подальшого використання, а також розсувний пристрій [127] для висікання розгорток обкладинок зі змінною шириною корінцевої частини розроблені й оприлюднені автором [200].

Виявлення особливостей виготовлення напівжорстких обкладинок, в процесі гвинтового фальцювання, приклеювання конструктивних деталей, а також обертального пресування, з одночасним координатним переміщенням, сприяє дослідженню факторів утворення дефектів в процесі виготовлення та їх усунення [200].

На рис.1.5.1 зображені деякі можливі дефекти склеювання напівжорстких обкладинок, що виникають в процесі обертального пресування обкладинок в ролико-валковій групі фальцювально-склеювальної лінії.

Крайки й клапани, як поперечні, так і поздовжні, з нанесеними шарами палітурних клеїв (рис.1.5.1) в процесі гвинтового фальцювання та приклеювання до основної частини обкладинок можуть частково виходити за прямокутну геометрію зовнішнього контуру.

Виготовлені з контурними дефектами напівжорсткі обкладинки відбраковуються на стадії операційного контролю. Дефекти не суміщення клапанів обкладинок, для наочності, зображені на рис. 1.5.1,а,б зі значними відхиленнями.

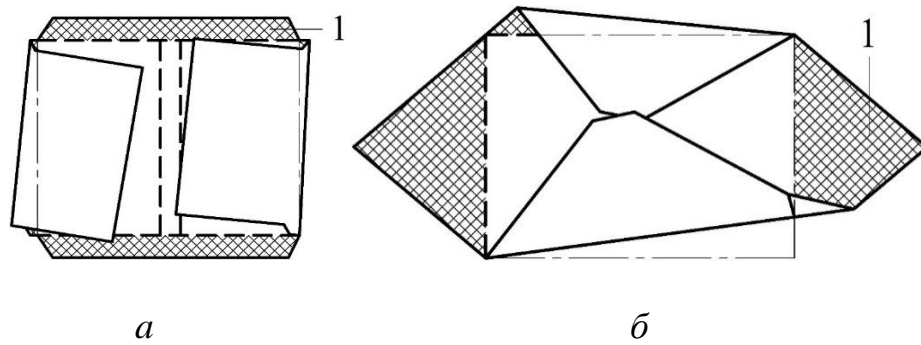


Рис. 1.5.1. Дефекти склеювання конструктивних деталей напівжорстких обкладинок, *а* – відхилення від прямокутної геометрії обкладинок поперечних клапанів; *б* – поздовжніх клапанів; 1 – шар клею на краяхах і клапанах.

Напівжорсткі книжкові обкладинки, за конструктивними особливостями належать до оправ, для виготовлення яких використовується один аркуш палітурного матеріалу. Із суцільного аркуша висікається розгортка заготовки майбутньої обкладинки [200].

На крайки йклапани, в залежності від конструкції додаткових деталей, наносяться клейові полімерні композиції. За допомогою гвинтового фальцювання, додаткові деталі загортаються до серединної площини обкладинок і притискаються обертовими пресувальними роликами [184].

Створення клейових (адгезійних) з'єднань в процесі виготовлення напівжорстких обкладинок передбачає нанесення адгезиву на поверхні приклеювання, збірку конструкції виробу, полімеризацію адгезиву до повного склеювання виробу [172, 200].

При цьому основна увага приділяється детальному та сучасному аналізу методів обробки поверхонь, до початку склеювання і факторів, що впливають на процес склеювання на стадії підготовки поверхонь. А також до експериментальних методів, які необхідно застосовувати для створення міцних з'єднань з надійним терміном служби [200].

Визначені способи склеювання окремих елементів майбутніх виробів з одночасним координованим з'єднанням одного елемента конструкції з іншим, на який попередньо нанесений шар клею. Утворена композитна структура

після склеювання поверхнями за один технологічний цикл, стискається, або притискається, і утримується в затиснутому стані до повної полімеризації клею [172, 200].

Однак в переліку досліджуваних технологічних процесів склеювання відсутній розгляд склеювання виробів, у яких приклеювання додаткових деталей відбувається поступово, окремими послідовними ділянками, в процесі технологічного зонального притиску [172, 200].

Разом з тим, враховуючи відсутність відомостей і методики визначення оптимальних параметрів і технологічних режимів для різних вихідних шарів матеріалів, що склеюються і різних типів клеїв, важливим є дослідження впливу неоднорідності структури поверхонь паперу і картону, як найбільш поширених матеріалів для виготовлення книжкових оправо [163, 200].

А також технологічного параметра швидкості процесу склеювання тотожних матеріалів таких, як папір + папір, картон + картон, або їх поєднання, в процесі мокрого каширування [200].

Етапи проведених досліджень враховують накладання склеєних заготовок із перелічених матеріалів поступово, з нарощуваною площиною мокрого клейового контакту, але не враховують позиціювання однієї заготовки відносно іншої й збереження визначеного позиціювання під час притиску на період затвердіння клею [163, 200].

Використання клейових полімерних композицій [189], для склеювання різних матеріалів, з однорідною і відмінною структурами, сприяє поліпшенню міцності конструктивного з'єднання деталей із цих матеріалів, їх експлуатаційній стійкості і тривалості використання [200].

Однак, в наведених дослідженнях, висвітлені процеси клейового з'єднання лише окремих деталей, які, після склеювання, утворюють нову композитну структуру. Не досліджуваним залишився напрямок, що визначає особливості склеювання деталей, які є складовими однієї початкової заготовки майбутнього виробу, такого, як розгортка напівжорсткої обкладинки з крайками й клапанами [200].

Необхідно відзначити, що при склеюванні однакових плоских деталей із паперу або картону, таких як складові напівжорстких обкладинок, через відсутність відкритих поверхонь для випаровування, процес природної полімеризації клею розтягнутий у часі [179].

Прискорення процесу закріплення клею вимагає застосування технологічних ліній, в складі яких передбачені транспортувальні пристрої тривалої сушки карусельного типу. Пристрої забезпечують достатню лінійну довжину транспортування склеєного виробу, для дотримання необхідного часу закріплення клею [179].

Враховуючи практичну значущість проведених досліджень необхідно додатково розглянути умови забезпечення сталої контурної геометрії склеєних виробів, в період транспортування і поступового затвердіння клею[179].

Виходячи з основних положень теорії тепломасопереносу, розглянута [199] динаміка і відмінності природної й мікрохвильової сушки клейових композицій, використаних для виготовлення складових книжкової продукції, з метою формування пропозицій для суттєвого скорочення тривалості технологічного закріплення клею [200].

На підставі графоаналітичного аналізу кривих інтенсивності мікрохвильової сушки і математичного моделювання досліджених взаємозв'язок між часом сушіння, температурою і типом палітурного матеріалу [215].

Досліджений позитивний вплив мікрохвильової сушки [21] на процес виготовлення складових книги, що сприятиме утворенню додаткової міцності завершеного виробу для подальшого інтенсивного використання читачами. Виявлений вплив процесів пришвидшення полімеризації клейових композицій потребує додаткового дослідження і визначення умов склеювання з притиском [215].

Застосування яких сприятиме координатному позиціюванню склеєних деталей і стабільному збереженню такого позиціювання впродовж мікрохвильового сушіння [215].

Методика дослідження процесів виготовлення напівжорстких обкладинок полягає у використанні механізмів нанесення клею на конструктивні деталі обкладинок, їх гвинтового фальцювання й обертального пресування.

Для виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок відібраний тонкий картон хром-ерзац, товщиною 0,6 мм (Україна) і полі-вініл-ацетатна дисперсія PVAD DF 51/15B (Україна), які широко застосовується в палітурних процесах.

На рис. 1.5.2 представлені деякі конструкції напівжорстких обкладинок [96], що отримали практичне втілення в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції [200].

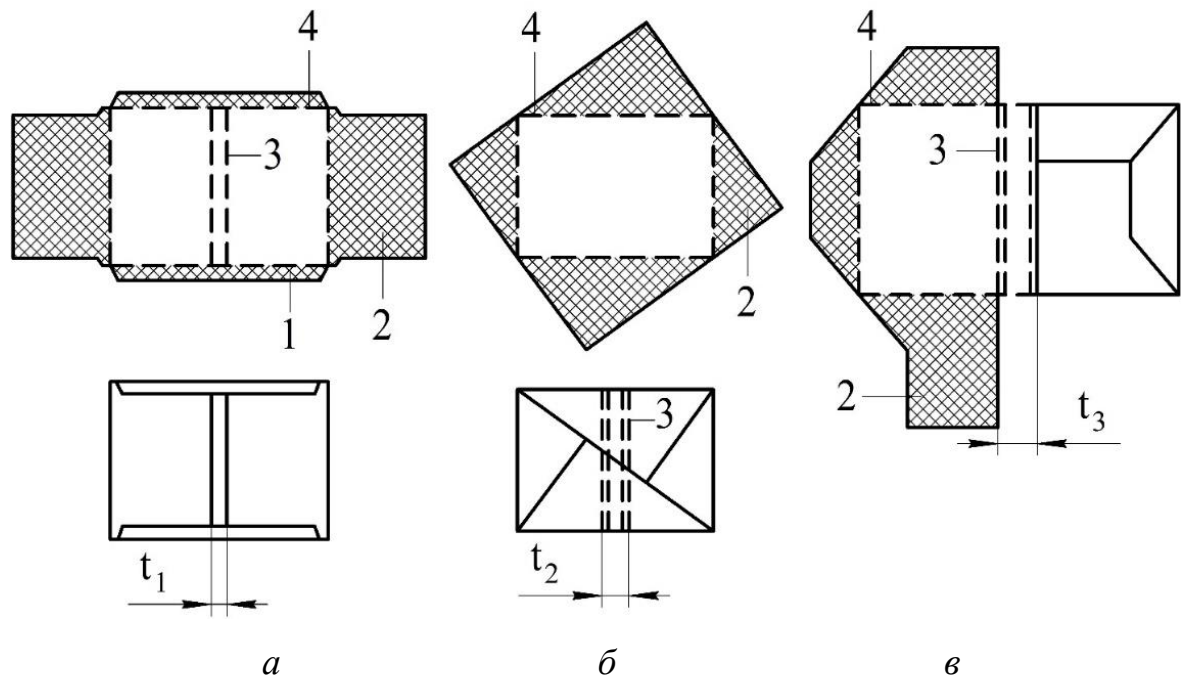


Рис. 1.5.2. Конструктивні відмінності напівжорстких обкладинок, *а* – прямокутні клапани; *б* – трикутні клапани; *в* – клапани складної конфігурації; 1, 2 – крайки і клапани з нанесеним палітурним клеєм; 3 – лінії корінцевого біговання; 4 – лінії контурного біговання.

Крайки і клапани, на рис. 1.5.2,*а*, після загинання та приклеювання до основної прямокутної частини обкладинки, створюють подвійну суцільну конструкцію, в місцях визначених їх геометричними розмірами. Частина корінцевої зони, з шириною t_1 , залишається з початковою одинарною товщиною палітурного матеріалу [200].

На рис. 1.5.2,*б* трикутні клапани створюють подвійну проклеєну товщину по всій прямокутній зоні обкладинки, і в корінцевій частині, з шириною t_2 , також [200].

На рис. 1.5.2,*в* клапани геометрично складної конфігурації утворюють подвійну склеєну конфігурацію тільки в зонах їх приклеювання. Корінцева частина, з шириною t_3 , залишається по всій довжині з початковою одинарною товщиною матеріалу [200].

В місцях стиків крайок і клапанів, або тільки клапанів, відсутні напуски однієї частини їх конструктивних елементів на інші.

Тому утворена площа приклеювання має пласку форму, зручну для приклеювання форзаців, без проявів на них дефектних контурів в місцях стиків [200].

Разом з тим, внаслідок загинання, в місцях бігвання і подвійного склеювання, здійснюється зміцнення контурної частини обкладинок, у випадках, зображених на рис. 1.5.2,*а,б*, по суцільному периметру, у випадку на рис. 1.5.2,*в* з дискретними розривами в корінцевій зоні [200].

Відомо, що прямокутна геометрія обрізних обкладинок забезпечується тристоронніми різальними механізмами ліній незшивного скріплення, або владально-швацьких ліній.

Виготовлення палітурок відбувається в каліброваних прямокутних пристроях, що забезпечують тиражну сталість їх прямокутної геометрії.

А виготовлення напівжорстких обкладинок технологічно відрізняється від виготовлення інших книжкових оправ і залежить від стабільності й умов експлуатації, в першу чергу, координато-транспортувальної системи, фальцювально-склеювальної лінії.

1.6. Теоретичне дослідження впливу механізмів виготовлення обкладинок на формування їх прямокутної контурної геометрії

Для експериментальних досліджень та можливого виробничого застосування спроектована та побудована модульно-секційна лінія з виготовлення ресурсоощадних напівжорстких обкладинок [200].

На відміну від обладнання з виготовлення книжкових оправ, які виконують обмежені за швидкістю технологічні процеси, лінія забезпечує швидкісну безупинну технологію проведення експериментів та тиражну стабільність виробничого виготовлення продукції [200].

Враховано, що після нанесення клею, в процесі гвинтового фальцювання, крайки й клапани прилягають до основної площини обкладинки не одночасно, а поступово, в міру загинання в фальцювальному пристрої [200].

Тому виконання досліджень залежить від попередніх налаштувань і стабільної роботи ролико-валкових механізмів (рис. 1.6.1) обертового пресування, які повинні забезпечувати вирівнювання обкладинок та унеможливлувати зсуви крайок і клапанів [200].

Визначальними, для забезпечення якісного виготовлення напівжорстких обкладинок, в лінії, є механізми ролико-валкової групи, що здійснюють обертальне пресування склеєних деталей обкладинок, з одночасним їх координованим транспортуванням [200].

На рис. 1.6.1 зображена ролико-валкова координато-транспортувальна секція лінії з виготовлення напівжорстких обкладинок, з регульованим натиском обертального пресування [200].

На приводному валу (1), діаметром D_1 , закріплені притискні ролики (2, 3), діаметром D_2 . Ролики мають однакову товщину ($L_1=L_2$) і можуть бути переміщені вздовж приводного валу і закріплені на розміри, обумовлені форматами обкладинок [200].

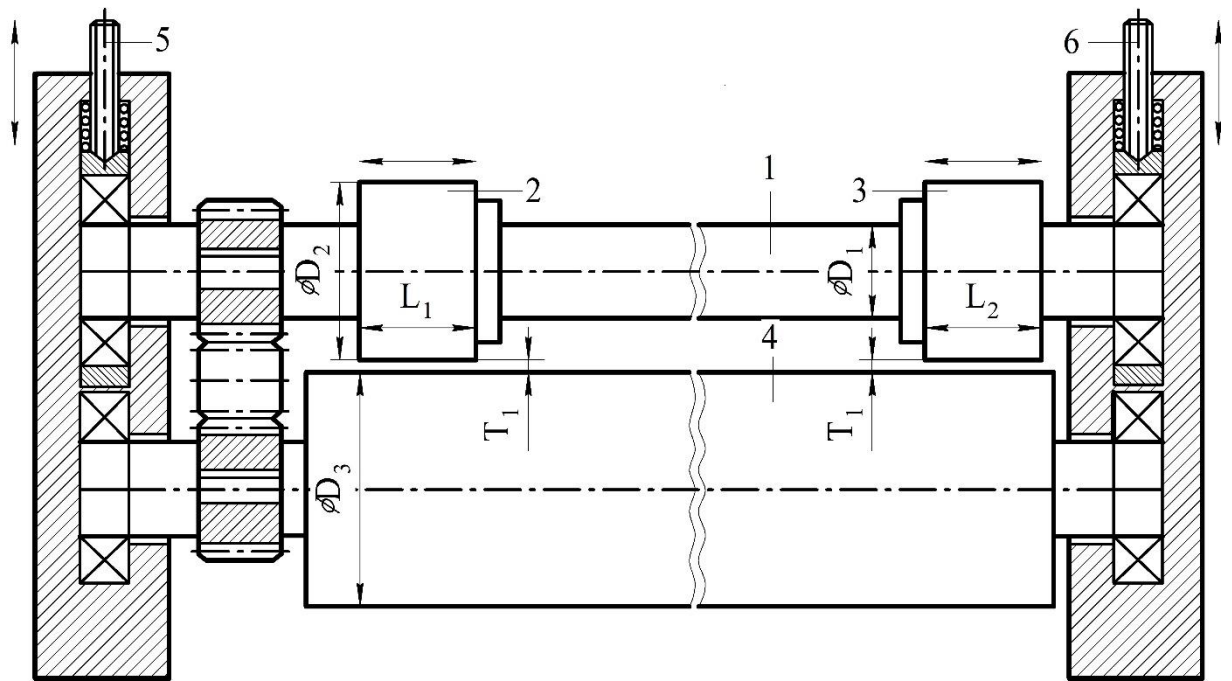


Рис. 1.6.1. Координато-транспортна секція з регульованим натиском пресування напівжорстких обкладинок, 1 – приводний вал притискних роликів; 2, 3 – притискні ролики з фіксованими лінійними переміщеннями; 4 – приводний опорний вал; 5, 6 – механізми регулювання прорізів для обертового пресування обкладинок; T_1 – регульовані прорізи;

Опорний силовий вал (4), діаметром D_3 здійснює обертання від автономного приводу координато-транспортної секції і забезпечує регулювання швидкості секції в широких межах. Механізми регулювання прорізів T_1 (5, 6) кругового пресування притискними роликами, не тільки налаштовуються на розмірні показники, а і забезпечують їх стале дотримання впродовж тиражного циклу виготовлення обкладинок [200].

В технологічному процесі гвинтового фальцювання крайок і клапанів, на які нанесений клей, приклеювання та каландрування координато-транспортувальними роликами, заготовки рухаються в поздовжньому, або поперечному напрямках [200].

Відповідно, виконавчі механізми лінії, впродовж технологічного циклу, мають сприяти дотриманню переконливої постійності утворення прямокутної геометрії напівжорстких обкладинок.

Головною функціональною складовою координато-транспортальної секції має бути висока точність при роботі з палітурними матеріалами природного та штучного походження, різної товщини [200].

А також з клейовими композиціями, що мають, відмінні за властивостями, показники пластичності, плинності, в'язкості, адгезії та часу на технологічну полімеризацію [200].

Як правило, заготовки обкладинок, після нанесення клею і гвинтового фальцювання крайок або клапанів, переміщуються в зону каландрування стрічковими попарно-контактними транспортерами на великій швидкості.

За таких умов, при торканні передньої частини обкладинки притискних роликів, може відбуватися її часткове зминання, або втрата прямокутної геометрії зовнішнього контуру [200].

Тому діаметри роlikової групи D_2 і D_3 (рис. 1.6.1) мають відповідати умовам бездефектного швидкісного контакту з обкладинкою, в момент її входження в зону обертового пресування [200].

Після нанесення клею, в процесі гвинтового фальцювання, крайки і клапани прилягають до основної площини обкладинки не одночасно, як це відбувається в машинах з виготовлення палітурок, а поступово, в міру загинання в фальцювальному пристрої (рис. 1.6.2) [200].

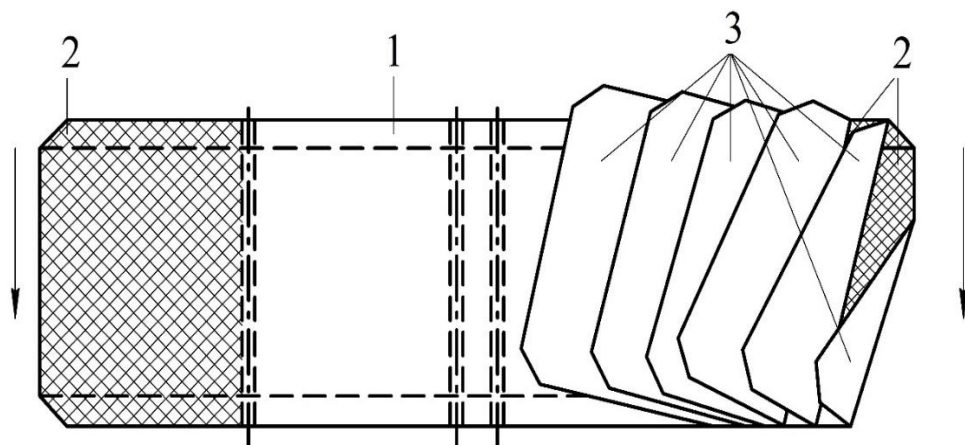


Рис. 1.6.2. Гвинтове фальцювання напівжорстких обкладинок.

1 – обкладинка; 2 – шар клею на клапанах; 3 – етапи поступового гвинтового фальцювання клапану обкладинки

Тому, композитна структура обкладинки, з приєднаними через клейовий шар крайками й клапанами, до входження в координато-транспортувальну секцію, для подальшого ущільнення, перебуває в хиткому просторовому становищі, схильному до легкої втрати прямокутної геометрії зовнішнього контуру [200].

Відповідно, проходження обкладинки через секцію повинно забезпечуватися її вирівнюванням та недопущенням зсувів крайок і клапанів і утворенням, через це, напусків в місцях стиків [200].

Необхідно враховувати, що жорсткість обкладинки, на початку входження в зону пресування, мінімальна, а потім швидко зростає, в міру ущільнення композитної структури в координато-транспортувальній секції, $T > T_1$ і $t_{gl} > t_{1-gl}$ (рис. 1.6.3) [200].

Зусилля обтискування регулюються розмірами прорізів T_1 (рис. 1.6.1, рис. 1.6. 3), що встановлюються між парою притискних роликів та приводним опорним силовим валом. На вході в секцію необхідно враховувати подвійну товщину палітурного матеріалу і товщину клейового шару ($T = 2 \times t_m + t_{gl}$), а також товщину обкладинки T_1 , що має бути отримана після виходу із секції (рис. 1.6.3) [200]. Найбільші зусилля пресування необхідно встановлювати при обтисканні товстих паперів або інших пружних палітурних матеріалів, через схильність до розгинання і руйнування однорідності структури обкладинки після приклеювання крайок і клапанів [200].

Ролико-валкова група механізму каландрування забезпечує стабільні умови виконання технологічних процесів, завдяки жорсткості притискних роликів і дотримання постійного тиску між ними і опорним валом [200].

А також здійснює обтискання напівжорстких обкладинок і їх транспортування внаслідок сил тертя, що виникають між поверхнями роликів і обкладинками [200].

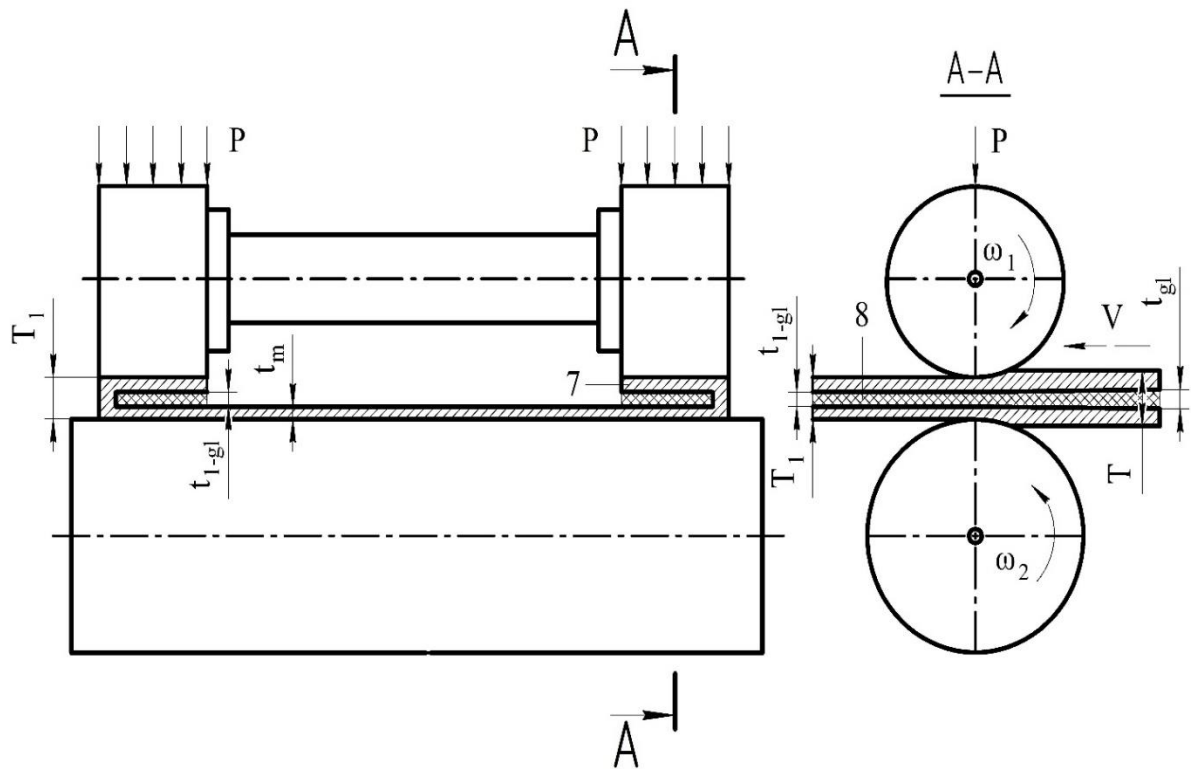


Рис. 1.6.3. Кінематична схема обертального пресування напівжорсткої обкладинки, 1 – палітурний матеріал обкладинки; 2 – клей; T – товщина обкладинки до пресування; T_1 – проріз між роликами й опорним валом, товщина обкладинки після пресування; t_{gl} – товщина клею до пресування; t_{gl} – товщина клею після пресування; P – розподілені зусилля в момент пресування; \vec{V} – швидкість і напрямок руху обкладинки.

Ролики, як правило, виготовляють з різних видів низьковуглецевих сталей та використовують технології поліпшення поверхонь до показників високої міцності й зносостійкості. Окрім того, застосовують технології утворення на циліндричних поверхнях, що обертаються властивостей блокування накопиченню статичної електрики [200].

Своєю чергою, напівжорсткі обкладинки формуються за допомогою використання палітурних клеїв, що мають сильнодіючі компоненти, для забезпечення міцності склеювання. Такі, як розчинники, пластифікатори, захисні колоїди, у вигляді полі-вінілового спирту, а також компоненти, що підвищують клейкість для поліпшення адгезії. В окрему групу, що має умовну

назву «холодних» клеїв, входять клеї, що містять значну кількість вологи [200].

Процес пресування напівжорстких обкладинок, в ролико-валковій секції лінії, передбачає ущільнення їх композитної структури. В середині якої, між зовнішніми шарами палітурного матеріалу, знаходиться один із видів перерахованих клеїв, тому можливе часткове видавлювання клею назовні [200].

Видавлений клей вступає в контакт із зовнішньою поверхнею притискних роликів і, через свою хімічну агресивність, впливає на поступове руйнування поверхні роликів. Утворюючи дрібні раковини, які призводять до зменшення площі контакту роликів з обкладинкою, в момент її обертового пресування [200]. Необхідно враховувати, що контакт роликів із площиною обкладинок формує зону дотику майже по прямій лінії. Тому зменшення розмірів лінії пресувального дотику, через поступове руйнування поверхні притискних роликів, призводить до проковзування або перекосів обкладинок і втраті їх якісних характеристик [200].

Крім того, з метою максимального збереження жорстких властивостей палітурок, тиражна більшість напівжорстких обкладинок, як правило, виготовляється із щільних видів паперу, або тонких картонів, які мають ущільнену, цупку і відносно жорстку поверхню [200].

А в процесі пресування і транспортування таких обкладинок в лінії, на високій технологічній швидкості, зовнішня робоча поверхня ролико-валкової групи витримує значні динамічні навантаження і стає схильною до відшліфовування та зменшення діаметрів роликів від початкових розмірів [200]. Необхідно відзначити, що експлуатаційне шліфування роликів створює неоднорідну хвилясту поверхню, з незначною амплітудою розмірних відхилень, але достатньою для часткової втрати контакту з поверхнею обкладинок [200].

Зміна геометричних параметрів поверхні притискних роликів, на підставі наведених факторів, потребує періодичних зупинок і підналагодження

координато-транспортного механізму, з метою регулювання між валкового технологічного прорізу [200]. Технологічними нормативами на виготовлення високоякісної конкурентоздатної книжкової продукції передбачені жорсткі допуски відхилення від прямокутної геометрії книжкових оправ, оскільки оправ є завершеними проміжними напівфабрикатами з подальшим їх приєднанням до книжкових блоків [200]. Також передбачені допуски відхилення, при збиранні книги, на паралельність і калібровану розмірність кантів, які утворюються після приєднання блоків до книжкових оправ (табл. 1.6.1) [200].

Зазначені в табл. 1.6.1 якісні показники розмірних відхилень, при виготовленні книжкових оправ, і їх приєднання до книжкових блоків, умовно поділені на три групи. Це 1 – підручники й довідкова література, 2 – художня література, 3 – книги по образотворчому мистецтву [200].

Таблиця 1.6.1. Розмірні допуски відхилення геометрії книжкових оправ і паралельності кантів

№	Перелік ознак розмірних відхилень	Розмірні допуски відхилення		
		Якісний показник 1-ої групи (мм)	Якісний показник 2-ої групи (мм)	Якісний показник 3-ої групи (мм)
1	Паралельність відхилення зовнішніх контурів книжкової оправ (на 100 мм довжини)	0,4–0,5	0,3–0,4	0,2–0,3
2	Косина відхилення книжкового блоку, приєданого до оправ (на 100 мм довжини)	0,8–1,0	0,6–0,8	0,4–0,5

На рис. 1.6.4, *a* представлений макет книги в оправі, на якому позначені: 1 – книжкова оправа, 2 – книжковий блок, 3 – канти з внутрішньої сторони оправ, 4 – контурні лінії кантів із зовнішньої сторони оправ. Враховуючи мінімальні відхилення, зазначені в табл. 1. 6. 1, контурних розмірів книжкових оправ, розглянемо необхідні умови геометрії напівжорстких обкладинок,

зображені на рис. 1. 6. 4, б. А також необхідні умови приєднання книжкового блоку до обкладинки, приймаючи за технологічну основу, що зовнішня частина блоку є прямокутною. Після фальцювання і приклеювання крайок і клапанів, завершена напівжорстка обкладинка повинна відповідати наступним умовам. Ширина обкладинки в верхній і нижній частині має бути однаковою, $B_1=B_{i1}$, довжина обкладинки в лівій і правій частині, також має бути однаковою, $s_1=s_{i1}$, а всі кутові розміри обкладинки мають дорівнювати 90° [200].

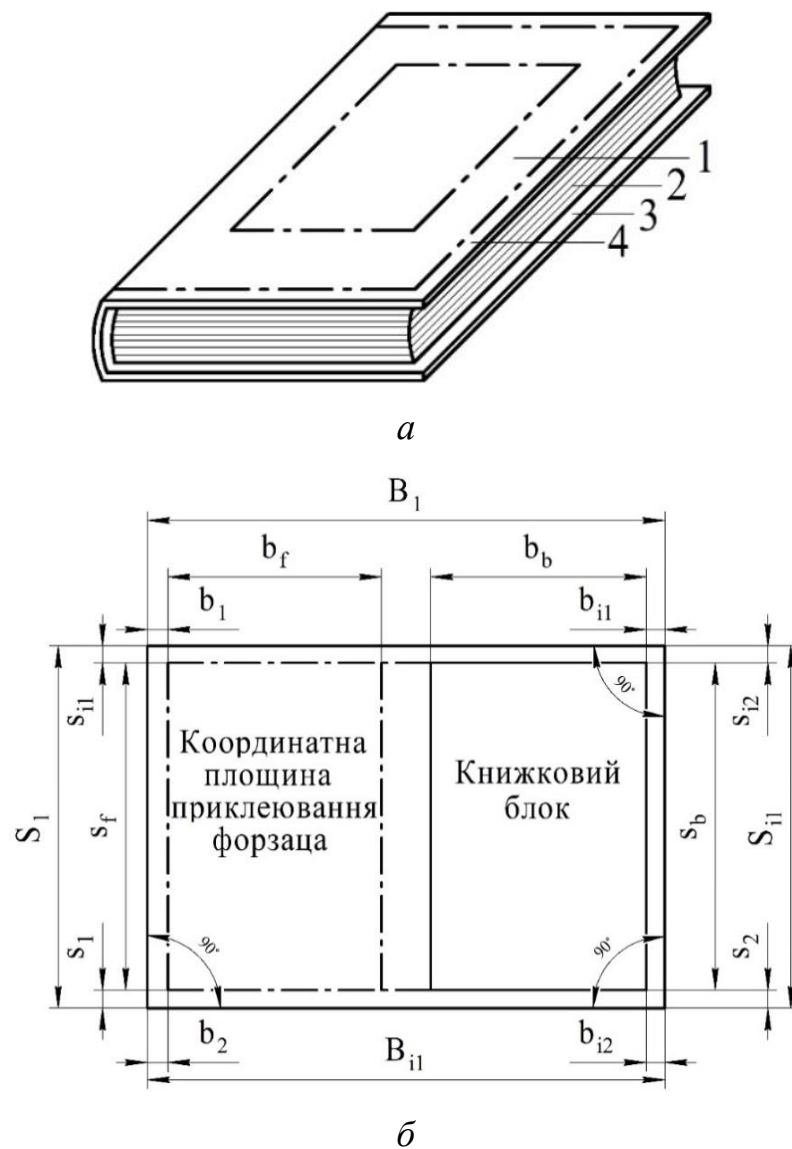


Рис. 1.6.4. Розмірні показники контурної частини книжкової оправи і координати приєднаного до оправи блоку: а – книжковий блок в зборі; б – геометрія книжкової оправи й приєднаного блоку

Недотримання перелічених умов на розмірні відхилення, зазначені в табл. 1.6.1, призведуть після з'єднання книжкового блоку з обкладинкою до утворення кантів, з відхиленнями. Відхилення переведуть виготовлену книгу в позицію виробу із технологічними дефектами, що має бути відсортованим і вилученим із тиражу [200].

Прямокутні контури книжкового блоку, з площиною $s_b = b_b \times s_b$, що приєднується до напівжорсткої обкладинки, а також координатної площини приклеювання форзацу $s_f = b_f \times s_f$, забезпечать утворення технологічно визначених кантів $b_1 = b_2 = b_{i1} = b_{i2}$ і $s_1 = s_2 = s_{i1} = s_{i2}$, що в необхідній мірі сприятиме якісному виготовленню книжкової продукції [200].

1.7. Визначення впливу геометрії корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками на міцність і стійкість до руйнування

Сучасний етап виготовлення книжкової продукції характеризується використанням новітніх матеріалів з новими технологічними властивостями та конструктивним розмаїттям складових елементів книги [100].

Застосування пухкого паперу, високо каландрованого, легко крейдованого, тонкого офсетного паперу (28-32 г/м²) для книг із великим обсягом сторінок (понад 1000), використання стабілізованого картону, новітніх клейових полімерних композицій та ін. потребує особливо уважного оцінювання експлуатаційних показників книжкової продукції [100].

Аналіз міцності книжкових блоків в палітурках для виявлення впливу розмірів корінцевої частини блоків на міцність з'єднання з книжковими оправами має на меті дослідження можливостей використання замість палітурок ергономічних напівжорстких книжкових обкладинок виготовлених за інноваційними ресурсоощадними поліграфічними технологіями [100].

Для проведення дослідження міцності книжкових блоків були відібрані зразки книг, виготовлені за найбільш розповсюдженими у книжковому просторі України форматами, за якими виготовляються підручники та

література масового використання. Це формати 84x108/32, 84x108/16, 70x100/32, 70x100/16, 70x90/16, 60x90/8 [100].

З тиражної книжкової продукції одного із поліграфічних підприємств України (Державного видавництва «Преса України») для кожного формату підібрані книги з блоками зшитими нитками із різних видів паперів [100].

Палітурки відібраних книжкових зразків виготовлено із картонів з товщиною 1,5-4,0 мм. Вибірка книг одного формату складається із блоків різної товщини, обумовленої обсягами сторінок у виданнях, що забезпечує різноманітні умови для проведення випробувань по визначенню питомого зусилля виривання блоків з палітурок [100].

Шитво нитками блоків книг перелічених форматів здійснено на сучасній нитко швейній машині ASTER HL (Італія) із застосуванням поліамідних ниток в три, чотири, шість складень, за умови пропорційного поєднання довжини корінця книжкового блоку і кількості стібків для його шиття [100]:

150-165 мм – 3 стібки;

200-215 мм – 4 стібки;

240-260 мм – 5 стібків;

290 мм – 6 стібків.

Окантовка книжкових блоків [92] здійснена на сучасній поточній лінії для виготовлення книг у палітурках Kolbus BF-512 (Німеччина) папером крафт: маса – 70,0 г/м²; товщина – 111мкм; щільність (об'ємна маса) – 0,63 г/см³ [92].

Застосовано клейові полімерні композиції [100]:

- для промазки корінця: полі-вініл-ацетатна дисперсія ПВАД 51-П (Україна), в'язкість – 80-100 сек; клейна здатність – 0,78кГс/см; час схоплювання – ІЗ сек.

- для бокової промазки: термоклей Swift therm 8531 (Фінляндія), робоча температура – 150°C-180 °C; час відкритої витримки – 25-30 сек.

Вставка блоків в палітурки проведена на лінії для виготовлення книг Stahl BL (Німеччина) – 200 із застосуванням полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/10 С: в'язкість — 60-80 сек; клейна здатність – 0,66 кГс/см; час

схоплювання – 20 сек. Випробування проводилися через 24 години після виготовлення тиражу кожного видання на розривній машині типу РМБ із затискачами довжиною 300 мм, граничним навантаженням 2000 н та швидкістю робочого ходу затискача 60 мм/хв [100].

Для визначення питомого зусилля виривання блока з палітурки в нижньому затискачі розривної машини закріплено книжкові блоки у послідовності, наведеній в табл. 1.7.1, а у верхньому – палітурки. При цьому вільні сторінки форзаців, перший аркуш першого зошита і останній аркуш останнього зошита вільно провисають. В результаті проведених досліджень зафіксовані зусилля виривання блоків з палітурок [100].

Питоме зусилля виривання визначається за формулою [92]

$$P = Q/L, \quad (1.5.1)$$

де Q – зусилля виривання, н; L – довжина корінця блока, мм.

Незадовільними можуть бути визнані результати дослідження, якщо значення питомого зусилля виривання блоків з палітурок нижче від встановленого, що для книг, формати яких приведені у табл. 1.7.1 складає не менше 17,20 н/см. Всі показники, отримані під час експериментальних досліджень значно перевищують нормативні (табл. 1.7.1) [100]

На першому етапі експериментальних досліджень визначено залежності зусиль виривання книжкових блоків із палітурок при сталій довжині корінця та змінній товщині блоків. Виділено шість груп досліджуваних блоків для яких отримані дані випробування наведені в табл.1.7.1 [100].

За підсумками отриманих результатів випробувань книжкових блоків побудовані гістограми (рис. 1.7.1 - рис. 1.7.6), що відтворюють показники отриманих зусиль виривання книжкових блоків з палітурок [100].

Гістограми рис. 1.7.1-1.7.6 побудовані із врахуванням поділу на групи книжкових блоків у залежності від довжини корінця, яка у кожній групі є сталою, а зміна показників зусиль виривання співвіднесена до товщини корінця, яка у кожній експериментальній групі змінна [100].

Таблиця 1.7.1. Показники зусиль виривання книжкових блоків із палітурок та зусиль розривання блоків між зошитами

№	Формат видання	Товщи на блоку (мм)	Довжина корінця блоку (мм)	Кількість сторінок блоку	Товщи на картон (мм)	Зусилля розриву між зошитами (н)	Питоме зусилля розриву (н/см)	Зусилля виривання блоку (н)	Питоме зусилля виривання (н/см)
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11
1	84x108/32	10	200	192	1,50	58	28,42	70	34,30
2	"_"	13	"_"	320	1,75	54	26,46	69	33,81
3	"_"	15	"_"	416	1,75	60	29,40	64	31,36
4	"_"	18	"_"	224	1,75	59	28,91	65	31,85
5	"_"	20	"_"	512	1,75	58	28,42	60	29,40
6	"_"	30	"_"	704	1,75	60	29,40	66	32,34
7	"_"	38	"_"	816	1,75	60	29,40	69	33,81
8	"_"	48	"_"	1088	1,75	57	27,93	67	32,83
9	84x108/16	5	260	24	2,00	79	30,28	83	31,26
10	"_"	10	"_"	192	2,00	77	29,01	82	30,87
11	"_"	15	255	160	2,00	80	30,77	88	33,81
12	"_"	30	300	704	2,00	81	31,16	84	32,24
13	70x100/32	12	165	384	1,75	52	30,87	78	46,35
14	"_"	20	150	432	1,75	58	37,83	74	48,31
15	"_"	25	"_"	576	1,75	60	35,57	80	47,43
16	"_"	35	165	832	1,75	59	35,08	76	45,08
17	70x100/16	15	240	304	2,00	86	35,77	95	39,59
18	"_"	20	"_"	416	2,00	85	34,69	99	40,47
19	"_"	30	235	576	2,50	84	34,30	97	39,59
20	70x90/16	5	215	56	1,75	68	30,97	74	33,71
21	"_"	10	"_"	112	1,75	69	31,46	76	34,59
22	"_"	20	210	320	1,75	71	33,12	82	38,12
23	60x90/8	12	290	192	2,50	104	35,08	146	49,29
24	"_"	22	"_"	432	2,50	108	36,46	150	50,67
25	"_"	40	"_"	752	4,00	113	38,22	158	53,41

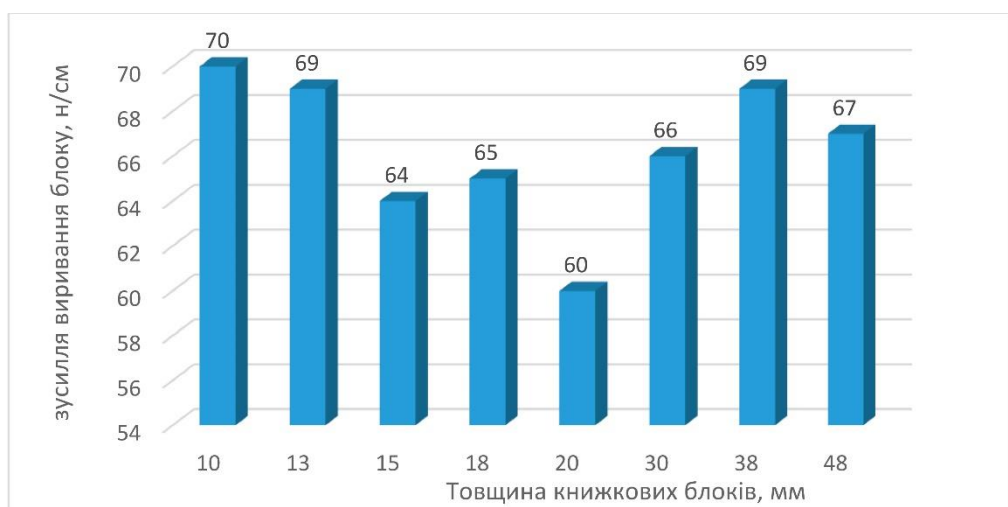


Рис. 1.7.1. Зусилля виривання книжкових блоків (84×108/32) змінної товщини з довжиною корінця 200 мм

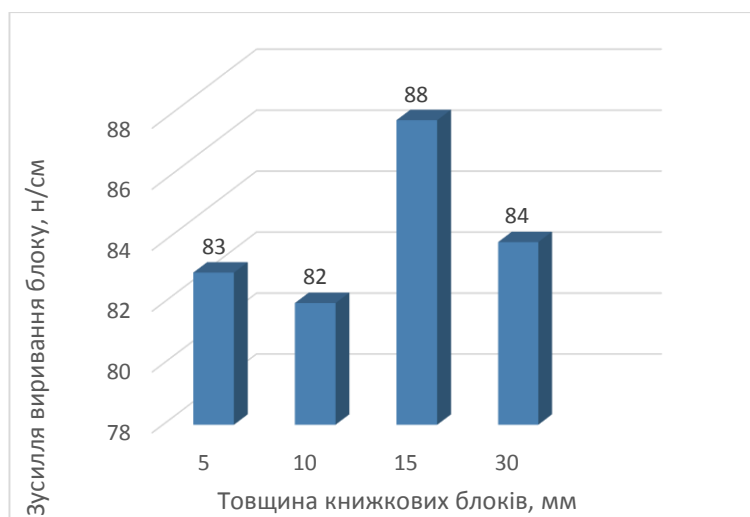


Рис. 1.7.2. Зусилля виривання книжкових блоків (84×108/16) змінної товщини з довжиною корінця 260 мм

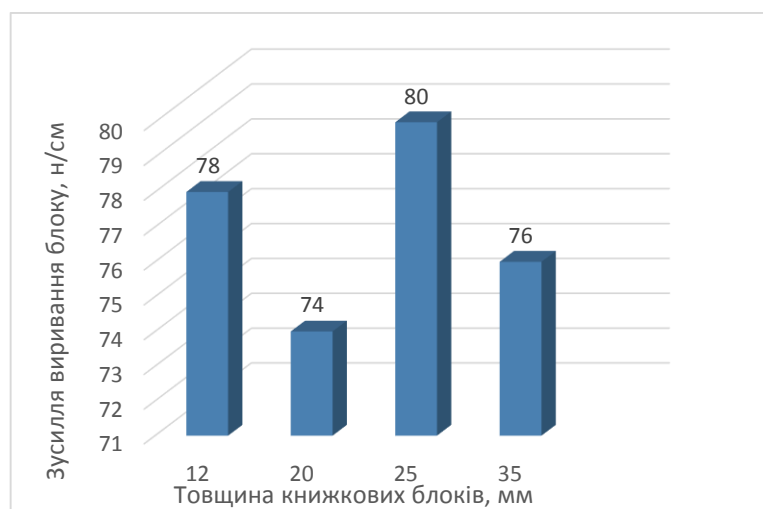


Рис. 1.7.3. Зусилля виривання книжкових блоків (70×100/32) змінної товщини з довжиною корінця 165 мм

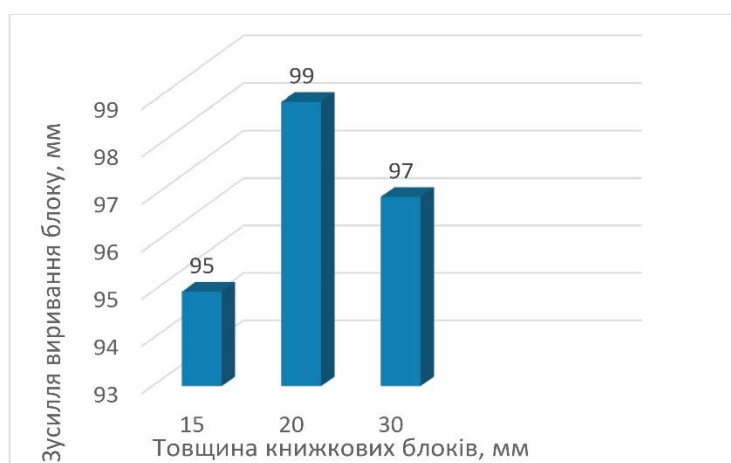


Рис. 1.7.4. Зусилля виривання книжкових блоків (70×100/16) змінної товщини з довжиною корінця 240 мм

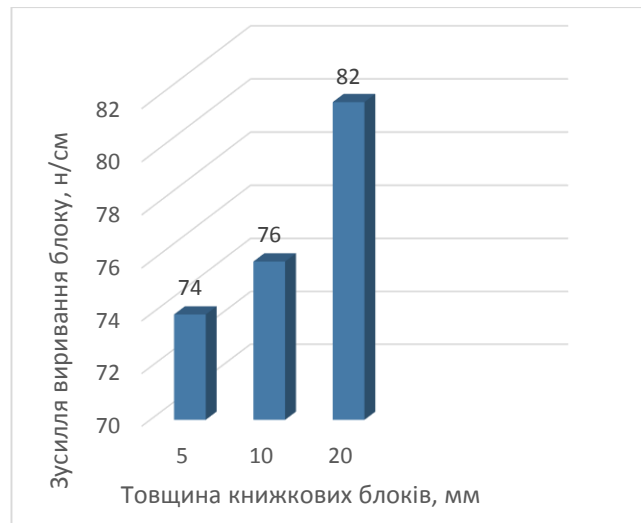


Рис. 1.7.5. Зусилля виривання книжкових блоків (70×90/16) змінної товщини з довжиною корінця 215 мм



Рис. 1.7.6. Зусилля виривання книжкових блоків (60×90/16) змінної товщини з довжиною корінця 290 мм

Враховуючи використання новітньої поліграфічної техніки для виготовлення книг, що були відібрані для досліджень – технологічні умови шитва блоків, окантовки, виготовлення палітурок та вставки блоків у палітурки є тотожними, каліброваними й такими, що дозволяють з необхідним ступенем вірогідності виконати порівняльний аналіз факторів, які впливають на зміну зусиль виривання книжкових блоків із палітурки [100].

Показники зусиль виривання книжкових блоків із палітурки із постійними розмірами довжини корінця блоку від 165 до 290 мм та змінними розмірами

товщини блоків від 5 до 48 мм на гістограмах рис. 1.7.1 – рис. 1.7.6 показують відсутність пропорційності в сторону зменшення чи збільшення, або будь-якої кратності показників, отриманих при дослідженнях, що змінюються [100].

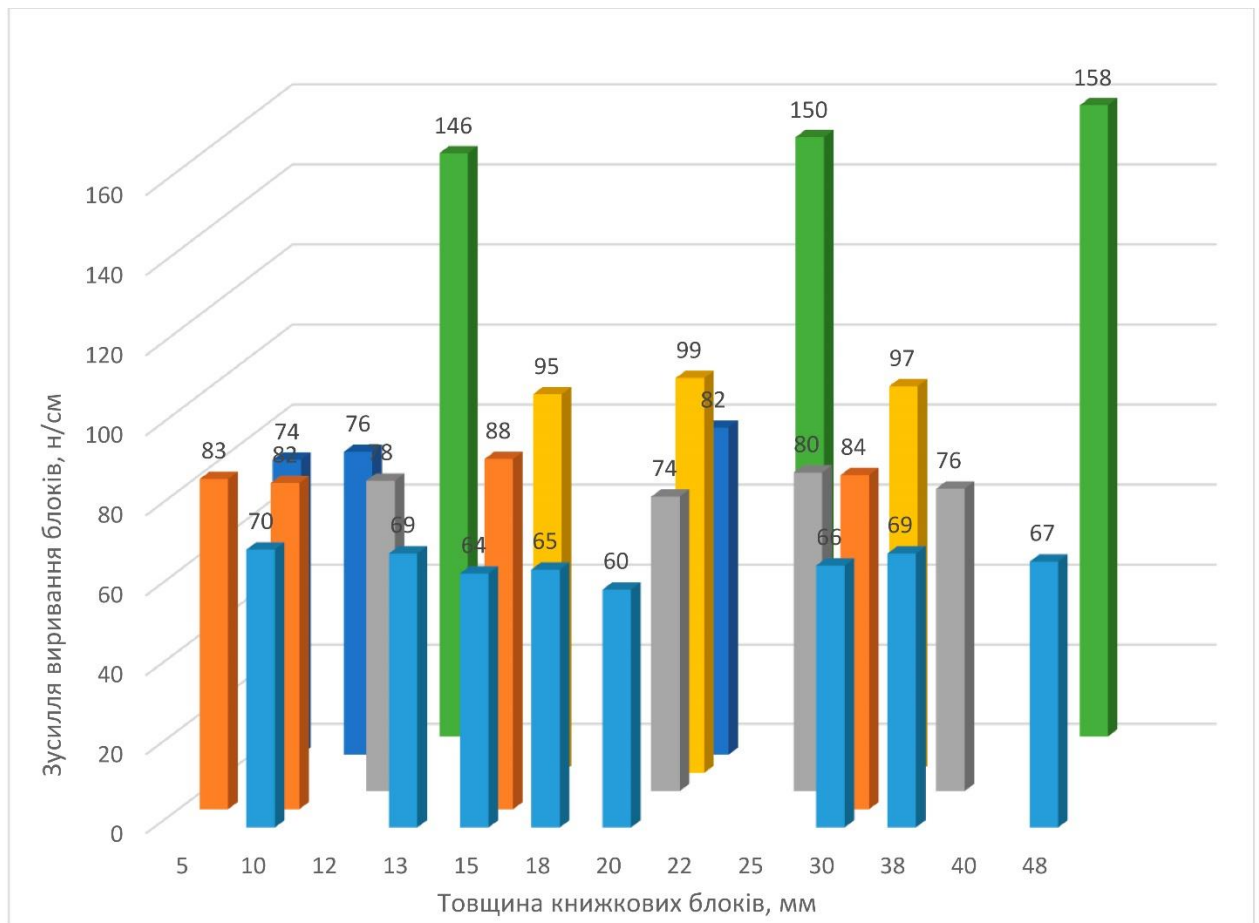


Рис. 1.7.7. Зусилля виривання книжкових блоків експериментальної вибірки

Сумарна гістограма рас. 1.7.7, в якій відтворені показники зусиль виривання книжкових блоків із палітурок у всіх шести групах підтверджує вище наведені результати досліджень окремих груп книг [100].

На другому етапі досліджень проведений розрахунок зусиль виривання книжкових блоків, що враховує не тільки довжину і товщину корінців блоків, як окремих показників вимірів, а площу корінця, в якій довжина і товщина блоків є добутком – окремою одиницею вимірів для врахування отриманих результатів [92].

У табл. 1.7.2 відтворені результати розрахунків площі корінців блоків, які використовувалися для дослідження на першому етапі та питомі зусилля виривання книжкових блоків з палітурки на одиницю площі у Н/мм² [100].

Таблиця 1.7.2. Показники зусиль виривання книжкових блоків із палітурок

№	Площа корінця книжкового блока (мм ²)	Питоме зусилля виривання книжкового блока (Н/мм ²)	№	Площа корінця книжкового блока (мм ²)	Питоме зусилля виривання книжкового блока (Н/мм ²)
1	1075	0,068	14	4000	0,015
2	1300	0,063	15	4125	0,019
3	1980	0,039	16	4200	0,019
4	2000	0,035	17	4800	0,021
5	2150	0,035	18	5775	0,013
6	2600	0,032	19	6000	0,011
7	2600	0,027	20	6380	0,024
8	3000	0,025	21	7050	0,014
9	3000	0,021	22	7600	0,009
10	3480	0,042	23	7800	0,011
11	3600	0,026	24	9600	0,007
12	3600	0,018	25	11600	0,014
13	3825	0,023			

Приведені у табл. 1.7.2 результати розрахунків та гістограма рис. 1.7.8, яка побудована за цими результатами, показує відносну послідовність та плавний перехід у цифрових значеннях питомих зусиль виривання книжкових блоків із палітурки у досліджуваних зразках різних форматів, різної довжини та товщини блоків із врахуванням площі корінцевої частини книг [100].

Як показали проведені дослідження, реалізація технологічних процесів виготовлення книг у книжкових оправах у вигляді палітурок та забезпечення необхідних показників міцності книжкових блоків, у частині вимірів відповідності стандартизованим цифровим величинам, базується на врахуванні показників питомих зусиль виривання книжкових блоків із

палітурки на одиницю довжини корінця (н/см), а також, на показниках питомих зусиль виривання блоків на одиницю площі корінця (н/мм²) [100].

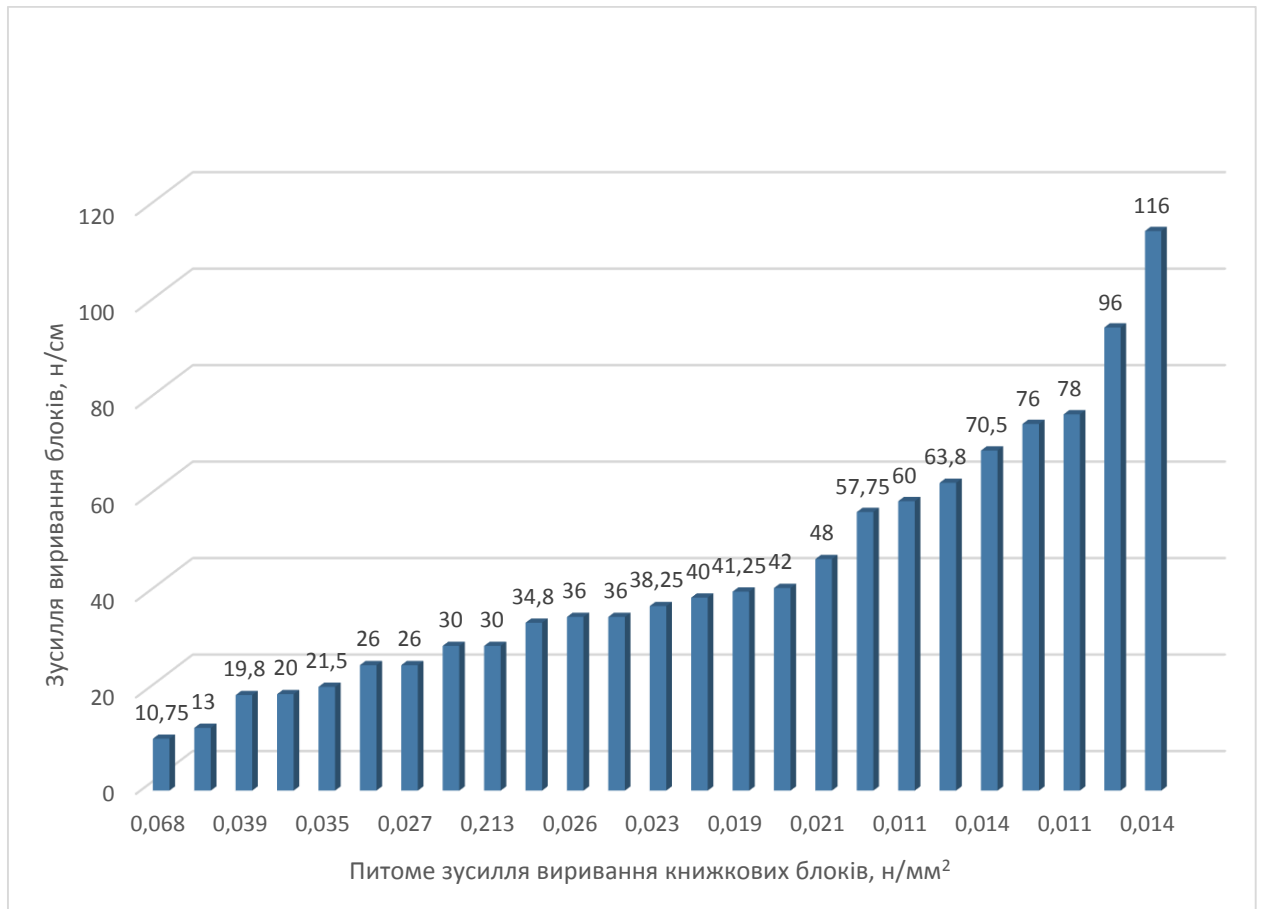


Рис. 1.7.8. Зведена гістограма залежності зусиль виривання книжкових блоків від площі їх корінцевої частини

Отримані результати досліджень та побудовані сумарні діаграми обліку показників питомих зусиль виривання книжкових блоків із палітурок, дозволяють розраховувати, з необхідною для технологічних процесів вірогідністю, очікувану міцність блоків на стадії створення макетів книг і технологічних паспортів їх виготовлення [100].

Висновки до розділу 1

1. Для визначення особливостей технологічного виготовлення книжкової продукції необхідно враховувати можливість спрямованої дії деформації

книжкових блоків на загальну конструкцію книги, незалежно від точок докладання руйнівних зусиль, відмінних лише за розмірними показниками.

2. Недостатня визначеність впливу руйнівних зусиль на утворення незворотних дефектів, що унеможливають подальшу експлуатацію книжкової продукції може бути усунута внаслідок проведених досліджень впливу експлуатаційних навантажень на характер і наслідки руйнівних процесів.

3. Дослідження конструктивних особливостей побудови різних видів книжкової продукції та умов її споживчого використання сприяє створенню нових характеристик внаслідок залучення новітніх поліграфічних матеріалів і технологічних процесів, які не змінюють загальну побудову книг, але підвищують рівень їх корисності.

4. Виявлення технологічних особливостей виготовлення ергономічних і ресурсоощадних напівжорстких обкладинок, яким притаманні основні властивості палітурок є актуальним напрямком сучасних досліджень для отримання додаткової якості й експлуатаційних можливостей у виготовленні книжкової продукції.

РОЗДІЛ 2.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Механізм формування руйнівних процесів книжкової продукції

Міцність і довговічність книжкових видань залежать від багатьох показників і перш за все від міцності й довговічності вихідних матеріалів, технології та режимів їх перероблення в напівфабрикати й готові видання, а за межами поліграфічного підприємства – від умов зберігання й експлуатації [10].

Переважна частина матеріалів книжкових конструкцій, які беруть участь у їх виготовленні таких, як клейові композиції для скріплення корінцевої частини книжкових блоків, для виготовлення палітурок, для вставки блоків в книжкові і журнальні оправи та ін. належить до класу полімерів.

Застосування яких в поліграфічній галузі для виготовлення продукції і її експлуатаційному використанню мають свої особливості.

На довговічність використання полімерів впливає тривалість періоду, який формується від моменту навантаження до руйнування полімерного тіла. В процесі використання книжкової продукції, впродовж її споживчого життєвого циклу, навантаження, що впливають на процес руйнування носять не циклічний характер початку дії і її завершення впродовж одноразового впливу.

А характер змінних показників, таких, як тривалість руйнівного впливу і чергування його наявності або відсутності, а також формування розмірів прикладених руйнівних зусиль, що мають несистемний характер.

Основне положення теорії довговічності полімерів стверджує, що довговічність полімерів залежить від величини прикладеного навантаження (напруга σ , Па), часу його дії t (с) і температури T (К) полімеру. Залежність міцності від часу дії навантаження характерна для полімерів і вона відчутна вже в області температур, близьких до нормальних кімнатних (15° - 25°) [10].

Численні дослідження показали, що логарифм довговічності полімерів від напруги при постійній температурі зменшується за лінійним законом і виражається формулою [11]

$$t_d = A \times e^{-\alpha \sigma} \quad (2.1.1)$$

де t_d - довговічність, σ - напруга, A, α - константи при температурі $T = const$

Для ряду постійних температур T залежність $\lg t_d(\sigma)$ утворює сімейство прямих, які при екстраполяції сходяться в полюсі на рівні $\lg t_d(\sigma) = -13$. Залежність $\lg t_d(1/T)$ для різних напружень (рис. 2.1.1) [11].

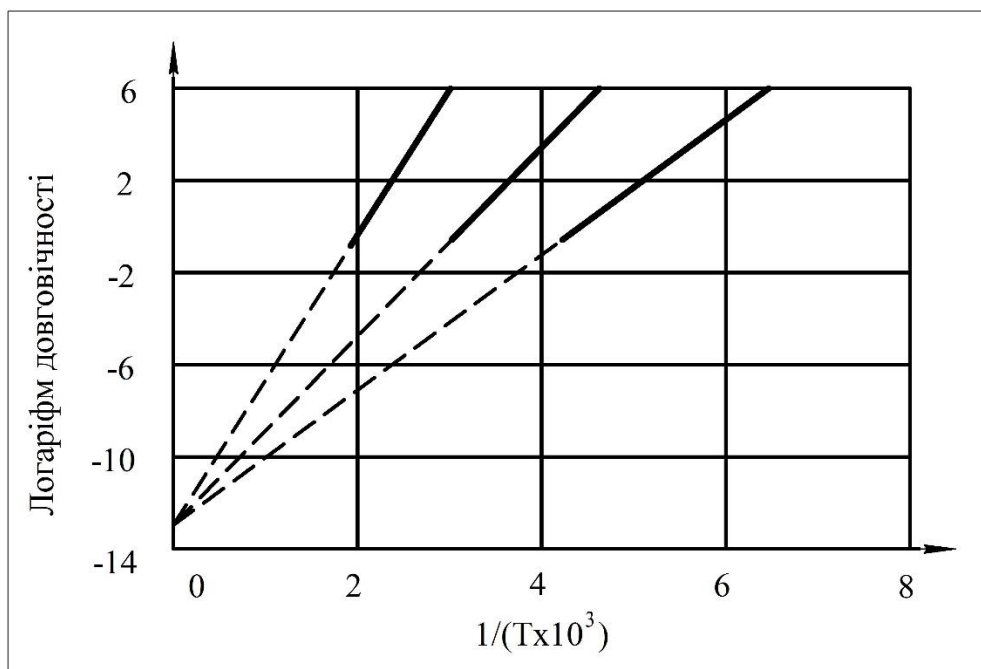


Рис. 2.1.1. Залежність логарифму довговічності від абсолютної температури полімеру при різних напругах: $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$

Залежність логарифму довговічності від абсолютної температури полімеру при різних напругах $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ також утворює сімейство прямих, які при екстраполяції перетинаються на ординаті в точці $\lg t_d(\sigma) = -13$. Нахил прямих $\lg t_d(1/T)$ дозволяє обчислити значення енергії активації процесу руйнування в залежності від напруги, а екстраполяцією визначити значення початкового потенційного бар'єра U_0 для $\sigma = 0$, тобто для випадку, коли полімер піддавався зовнішньому впливу [10].

Залежність енергії активації від прикладеної напруги $U(\sigma)$ також має лінійний характер:

$$t_d = t_0 \exp \frac{U_0 - \gamma \sigma}{kT} \quad (2.1.2)$$

де $t_0 = 10^{-12} + 10^{-13}$ – період флуктуації атома, с; $k = 1,38 \times 10^{-23}$ Дж/К – постійна Больцмана, T – абсолютна температура полімеру, К [10].

Ці залежності представляють кінетичну концепцію термофлуктуаційної теорії руйнування полімерів, основні положення якої стверджують наступне:

- процес руйнування полімерів починається з моменту прикладення навантаження, а в основі його лежить накопичення порушень в молекулярній структурі, на яке і витрачається час життя матеріалу [10];
- величина t_0 має слабку залежність від напруги й температури тіла, але визначити його більш точно неможливо [10];
- значення U_0 для багатьох полімерів близько до енергії розпаду хімічних зв'язків в ланцюгових макромолекул. Коефіцієнт, визначений експериментальним шляхом [10], лежить в межах:

$$\gamma = 0,12 \div 0,76 \text{ м}^3 / \text{кмоль} = (20 - 128) \times 10^{-23} \text{ см}^3 \quad (2.1.3)$$

Руйнування матеріалів виготовлення книжкової продукції відбувається в результаті розвитку в них руйнівних дефектів. В процесі користуванні готовою книгою під дією різних за величиною і знаку навантажень утворюються різноманітні тріщини число і довжина яких поступово зростають, особливо в корінцевій частині книжкових блоків, скріплених у різний спосіб клейовими полімерними композиціями [10].

Зростання тріщин в довжину пояснюється тим, що при докладанні навіть відносно невеликої зовнішньої сили на кінцях тріщин виникають максимальні напруги, здатні привести до незворотних пластичних деформацій: наявність концентрації напружень на кінцях тріщин підтверджено сучасними методами досліджень [10].

Протягом всього терміну життя книжкових виробів тріщини в них розвиваються постійно. При зростанні тріщин реакція матеріалу проявляється в тому, що для його руйнування потрібні всі менші навантаження, а при постійному навантаженні швидкість розвитку тріщин зростає [10].

На прискорений розвиток тріщин впливають також знакозмінні навантаження, збільшення швидкості прикладання сили, наявність зовнішнього активного середовища, в першу чергу, такого, як вологість повітря [10].

Розвиток тріщин займає значний період, що передує руйнуванню так, як на початку процесу швидкість розвитку тріщин в 10^7 - 10^8 раз менші, ніж на кінцевому етапі.

При досягненні в матеріалах книги деяких критичних напруг σ_k розвиток тріщин стає нестійким, що призводить до швидкого руйнування конструкції книжкового блоку. Критичне напруження в матеріалі для тріщини певної довжини можна обчислити за рівнянням [10]:

$$\sigma_k \sqrt{l} = C \quad (2.1.4)$$

де l - довжина тріщини, м; C - константа матеріалу.

У разі крихкого руйнування показник C може бути визначений з фізико-механічних характеристик матеріалу [10].

2.2. Імітація факторів руйнування дельтоподібних фрагментів корінцевої клейової пластини

Формування тріщин та їх зростання до повного руйнування поліграфічних матеріалів в яких вони утворюються відбувається за трьома відомими схемами навантаження тіл, що деформуються. У відривній формі – поверхні тріщин розходяться прямо одна від одної [10].

У формі поперечного зсуву – поверхні тріщини ковзають одна по одній перпендикулярно передньому краю тріщини. І у формі поздовжнього зсуву – поверхні тріщини ковзають одна по одній в протилежних напрямках пари.

Розкритій книзі зшитій нитками, для звичайного її положення в статичному стані, без перегортання сторінок в процесі користування, характерна перша форма навантаження [10].

Але необхідно врахувати, що при відкриванні книги лише на природні кути, розмір, яких залежить від багатьох факторів (розділ 2. 3), без докладання зусиль для деформації корінцевої частини не можливо забезпечити зручне читання.

Тому, в процесі перегортання сторінок, зусилля прикладені для деформації корінця розподіляються вздовж лінії корінцевої частини блоку в незначний проміжок часу, майже миттєвий, зі зміщенням, яке характерне третій формі навантаження.

Тобто, в процесі відкривання книги зшитої нитками й перегортання в ній сторінок, або зошитів відбувається комплексне деформування книжкової корінцевої клейової полімерної пластини, що позначається як відривна форма з формою поздовжнього зсуву, які поєднуються.

Комплексна деформація клейової корінцевої пластини у двох площинах призводить до її пришвидшеного руйнування.

Розглянемо рис. 2.2.1 на якому зображені етапи руйнування дельтоподібного фрагмента Ш-подібної корінцевої полімерної пластини, які виникають впродовж експлуатаційного періоду використання книги.

Де \bar{P}_1 і \bar{P}_2 позначені зусилля перегинання корінця блоку (рис. 2.2.1, а) в момент розкривання книги по лінії ab (довжина корінця блоку) в між зошитовим просторі. \bar{P} – фіксувальні зусилля утримування книжкового блоку, прикладені в момент розкривання блоку.

Клейові полімерні пластини, якими окантовані Ш-подібні корінцеві частини книжкових блоків, зшитих нитками, мають пружні властивості, що не дозволяють розкривання блоків на природні кути в 180° .

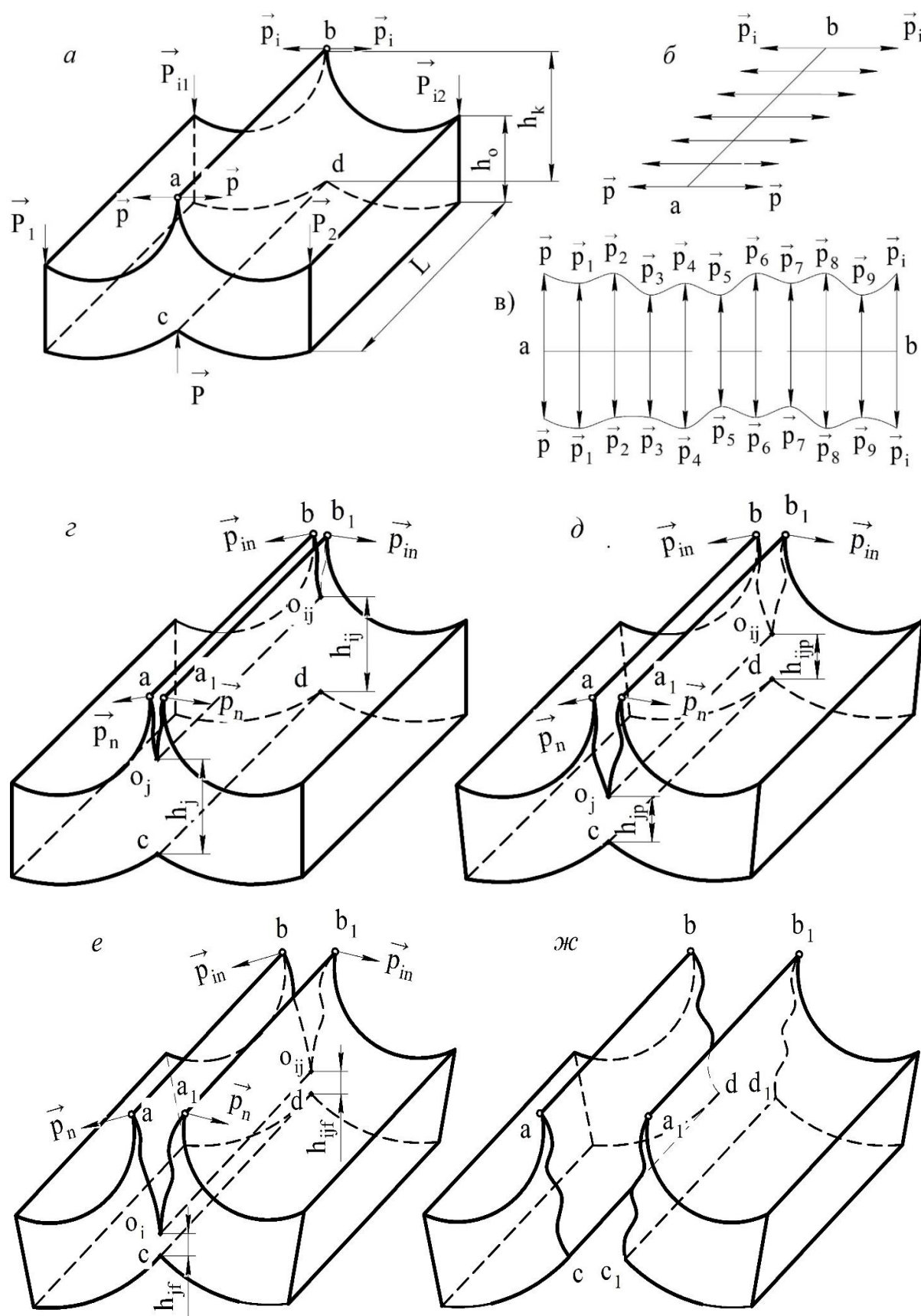


Рис. 2.2.1. Етапи руйнування дельтоподібного фрагмента Ш-подібної корінцевої клейової полімерної пластини

Через це, при читанні докладаються зусилля \bar{p} і \bar{p}_i на подолання пружного опору пластини, розосереджені перпендикулярно вздовж клиноподібної вершини аб клейової пластини, як зображено на епюрі зусиль (рис. 2.1.2,б).

Через пружність і корінцеву гнучкість пластини, при розкриванні блоку, зусилля прикладені дискретно вздовж корінця блоку мають розмірні відмінності (рис. 2.2.1,в):

$$\bar{p} \neq \bar{p}_1 \neq \bar{p}_2 \neq \bar{p}_3 \neq \bar{p}_4 \neq \bar{p}_5 \neq \bar{p}_6 \neq \bar{p}_7 \neq \bar{p}_8 \neq \bar{p}_9 \neq \dots \neq \bar{p}_i \quad (2.2.1)$$

В момент переходу пружної деформації пластини, після тривалого експлуатаційного періоду використання книжкового блоку, до залишкової пластичної деформації, клиноподібна вершина аб поступово розшаровується, поділяючись на дві складові з координатами вершин аб і a_1b_1 , які формують незначні початкові тріщини з центрами o_j і o_{ij} (рис. 2.2.1,г).

Тріщини у вигляді умовних криволінійних трикутників з вершинами ao_ja_1 і $bo_{ij}b_1$ поступово збільшуються в розмірах. Відстань від вершин руйнівних трикутників o_j і o_{ij} до опорних точок с і d скорочується до повної руйнації пластини і розділення її на дві частини (рис. 2,д,е,ж):

$$h_j > h_{jp} > h_{jf} \geq 0, \quad (2.2.2)$$

$$h_{ij} > h_{ijp} > h_{ijf} \geq 0, \quad (2.2.3)$$

Силові циклічні навантаження, що виникають при розкритті і гортанні книги призводять до руйнування елементів конструкції в разі якщо навантаження перевищує межу міцності матеріалу до розтягування, або багаторазового вигину. Книги становлять собою складну конструкцію і в процесі експлуатації виникають явища деформації в її вузлах і елементах взаємопов'язані між собою.

Характеристичним станом книжкових конструкцій є граничний стан – такий стан конструкції при якому подальша експлуатація видання неможлива або недоцільна через втрату значущості інформації. Для різних видань поняття граничного стану може дуже сильно відрізнятися. Для не ремонтваних і

невідновлювальних конструкцій граничний стан збігається зі станом повної відмови. Основну масу книжкових конструкцій можна віднести до не ремонтуваних видань. І лише частина з них, яка має попит, піддається ремонту. У найбільш популярних видань художньої та наукової літератури, а також підручників, граничний стан може визначатися кількістю ремонтів, після яких інтенсивність відмов настільки зростає, що подальша експлуатація їх стає недоцільною.

У теорії надійності заведено вважати, що елементи складних систем пов'язані один з одним або паралельно або послідовно [9].

У паралельно пов'язаних елементів вихід з працездатного стану одного з елементів не призводить до відмови всієї системи водночас, як у послідовно з'єднаних елементів вихід з ладу одного з них призводить до відмови всієї системи. Найчастіше руйнуються найважливіші елементи конструкцій тобто ті з них від яких залежить граничний стан всієї системи [9].

Книжкові блоки зшиті нитками відносяться до складних просторових конструкцій (рис. 2.2.2), які змінюють конфігурацію, в першу чергу, корінцевої частини в процесі розкривання блоку.

На рис. 2.2.2. представлений фрагмент перерізу корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, який складається з фальцьованих книжкових зошитів (1), аркушів зошитів (2), стібків ниток (3), шару клейової полімерної композиції (4), зображеної товщини корінцевої фальцьованої частини зошита прошитої нитками.

Особливості конструкції корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, як найважливішого елементу конструкції, від якого залежить граничний стан всієї конструкції книги, полягає у наступному.

Корінцеві фальці книжкових зошитів (1, 2) зшиті стібками ниток (3) і утворюють щільну просторову конструкцію, яку для надання додаткової міцності скріплюють шаром клею, нанесеним профільним валом.

На відміну від корінцевого скріплення книжкового блоку незшивним клейовим способом, у якого кожний аркуш паперу знаходиться у

заглибленому стані в полімеризованій клейовій пластині, швейно-клейовий спосіб забезпечує клейовий контакт лише із зовнішньою поверхнею фальців зошитів.

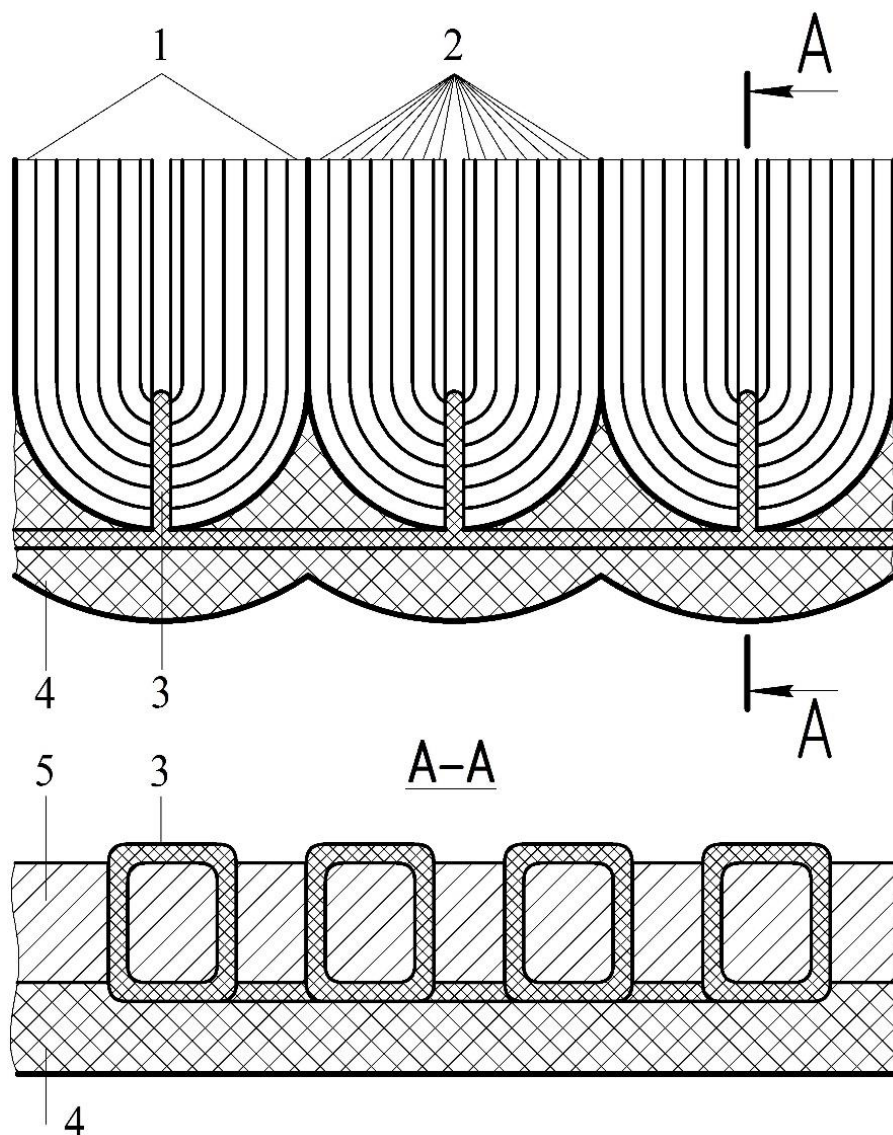


Рис. 2.2.2. Фрагмент перерізу корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, 1 – фальцьовані книжкові зошити; 2 – аркуші зошита; 3 – стібки ниток; 4 – шар клейової полімерної композиції; 5 – товщина корінцевої фальцьованої частини зошита прошита нитками.

Тому при перегинаннях корінцевої частини в між зошитовому просторі фальцьовані аркуші, що знаходяться в середині зошитів утримуються лише стібками ниток, і при перегинаннях корінцевої частини розхитують внутрішнє скріплення до повного відриву з блоку і випадіння аркушів. Разом з цим,

постійний натяг ниток і їх пружне, завдяки утвореному натягу в результаті зшивання блоку, коливання в клейовому шарі призводить до втрати когезійного зв'язку з'єднання і поступовій руйнації всього з'єднання.

2.3. Алгоритм побудови умовного шарніра корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками

В процесі виготовлення книжкової продукції інтенсивного та довготривалого використання, фактор забезпечення міцності й довговічності клейових з'єднань корінців книжкових блоків, зшитих нитками, створює підстави дотримання основних показників експлуатаційної надійності всього книжкового видання [103].

Аналіз проведених досліджень на утворення максимальних природних кутів розкривання книжкових блоків, без докладання додаткових зусиль, направлених на деформацію корінцевої частини, виявив композиції деяких видів клеїв, що забезпечують максимальну міцність скріплення корінців [103].

І одночасну високу еластичність, що сприяє максимальному куту розкривання блоків зшитих нитками. Що має прикладне значення при моделюванні макетів книг, виборі технології їх виготовлення та застосуванні сучасних палітурних матеріалів [103].

Завданням експериментального дослідження міцності та пластичності скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками є визначення цифрових показників природних кутів розкривання блоків. Які утворюються при розкриванні блоків без додаткових зусиль, направлених на деформацію корінцевої частини з метою отримання кутів розкривання наближених до 180° [103].

На підставі отриманих показників застосування вибірки сучасних палітурних клеїв для скріплення корінців блоків, що впливають на збільшення міцності з'єднання та одночасну високу еластичність, необхідно розробити

методику можливих варіантів поєднання сортів та маси паперів, із яких виготовлені зошити в блоках, та композицій клеїв для корінцевої промазки [103].

Відомо, що книжкові видання у яких блоки зшиті нитками умовно можливо поділити на деякі групи, які будуть враховувати імовірне коло споживачів, а відповідно і прогнозовані експлуатаційні навантаження [103].

Перелік відібраних для дослідження зразків книжкової продукції відповідає основним конструкційним особливостям книжкових блоків 7БЦ, та широкій вибірці форматів видань від 125x200 мм до 210x285мм та 300x250 мм, що є найбільш розповсюдженими в поліграфічному виконанні. Книжкові блоки виготовлені з основних видів паперів масою, що складає широку гаму варіантів від 38 г/м² до 170 г/м² (табл. 2.3.2) [103].

Аналізуючи процес розкривання книжкових блоків зшитих нитками можливо звернути увагу на умовний переріз корінцевої частини (умовний шарнір) (рис. 2.3.2) [103].

Який складається із частин, від зони приклеювання блоку до форзаца, корінцевої частини блоку, частини обкладинки з відставою і розставами та другої частини зони приклеювання блоку до другого форзацу (нахзацу) (рис. 2.3.2) [103].

Умовний шарнір змінює просторову конфігурацію при перегортанні сторінок книги і сприймає змінні за величиною пружні навантаження на зону приклеювання форзаців до блоку та на корінцеву частину блоку. Дискретні пружні навантаження з часом призводять до руйнувань складових елементів корінцевої частини книги [103].

При використанні технології заклеювання корінців книжкових блоків – якість склеювання зшитих нитками зошитів буде визначати міцність з'єднання та довговічність використання книжкових видань [103].

Природний кут розкривання книжкових блоків (рис. 2.3.1) суттєво менший за зручний для читання, тому в процесі споживчого використання необхідно докладати додаткові зусилля, що деформують умовний шарнір (рис. 2.3.2) для отримання кута розкривання блоку в межах 150°-180° [103].

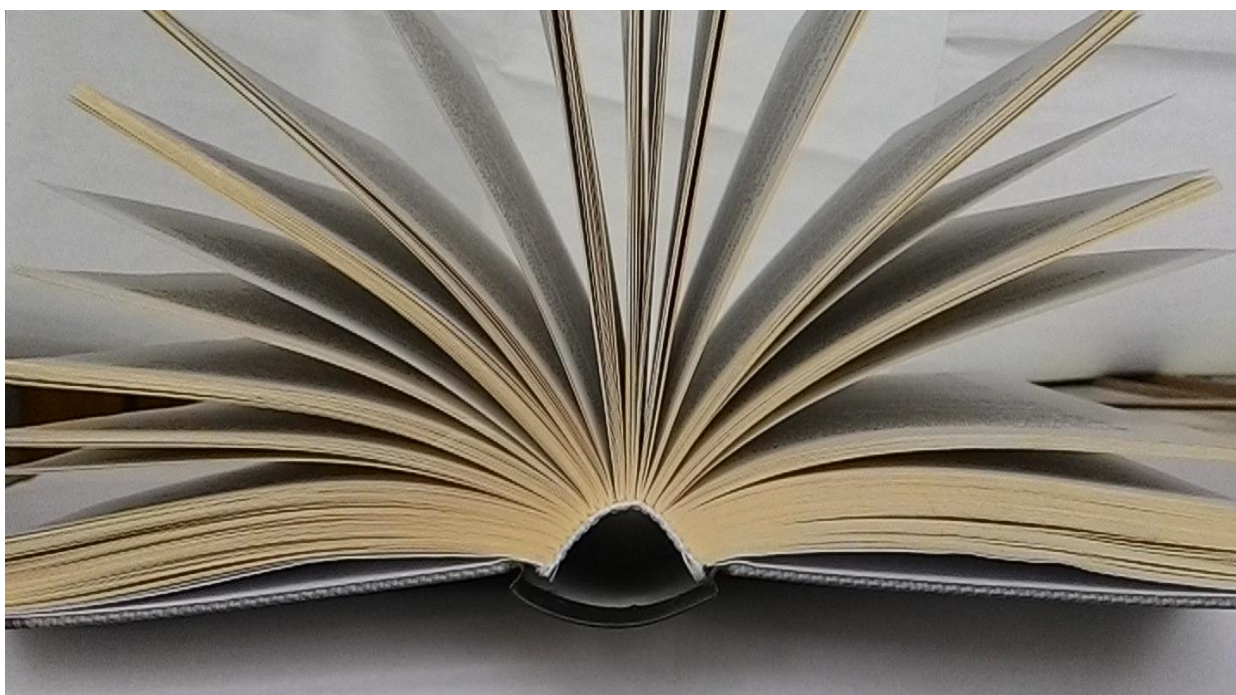


Рис. 2.3.1. Природні кути розкривання книжкового блоку

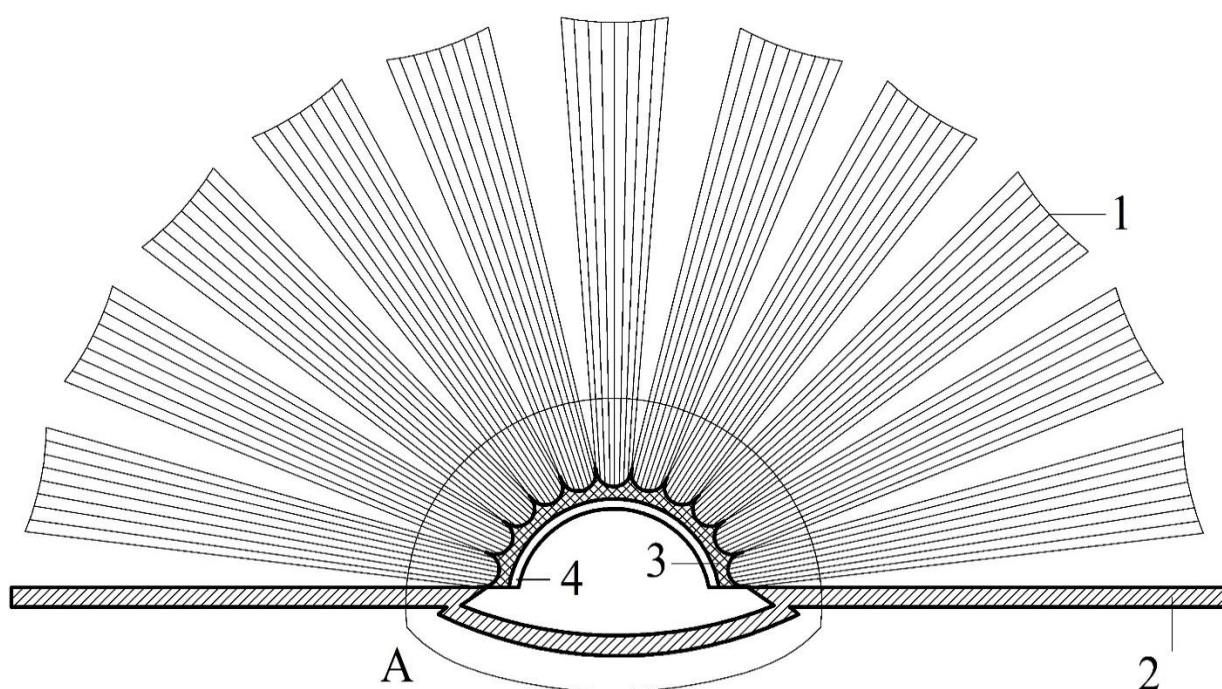


Рис. 2.3.2. Схема умовного перерізу книжкового блоку зшитого нитками
 А – умовний корінцевий шарнір; 1 – сторінки зошитів; 2 – палітурка; 3 – шар клею; 4 – окантовувальний папір.

Фізико-механічні властивості матеріалів та дискретність зусиль направлених на ефективне розкривання блоку будуть супроводжуватися

пружною, високо еластичною і пластичною видами деформації. що будуть змінювати розміри і форму корінцевої частини видання та здійснювати його поступове руйнування [103].

При розкриванні книжкового блоку зшитого нитками, окантованого шаром клею і паперовою стрічкою (рис. 2.3.3,*a*), на утворення природних кутів розкривання блоку, в першу чергу, впливає власна вага паперу зошитів, які розташовуються по різні сторони зони розкривання блоку. Його маса, щільність, товщина, жорсткість, а також міцність клейового скріплення попередньо зшитої корінцевої частини [103].

При послідовному перегортанні сторінок книжки, через зміну їх обсягів, змінюється навантаження на корінцеву частину блоку та корінцеву частину обкладинки (умовний шарнір А, рис. 2.3.2), що збільшується в сторону перегортання і зменшується у зворотну сторону [103].

2. 4. Аналіз впливу клейових полімерних композицій на природні кути розкривання книжкових блоків

Зміна навантажень на корінець обкладинки, не дивлячись на товщину та матеріал відстави, особливо в блоках товщиною понад 20 мм, призводить до позиційного впливу на окремі ділянки корінцевої частини обкладинок. Позиційний вплив можливий послідовно-циклічний, в процесі перегортання сторінок, або в місцях несистемного дискретного розкривання книжкових блоків [103].

Такий вплив на корінцеву частину обкладинки відтворює процес поступового перегинання в різних лінійних зонах матеріалу відстави, яка з часом втрачає пружність та цілість структури й перестає виконувати допоміжну функцію фіксатора переміщень для корінцевої частини книжкового блоку [103].

На рис. 2.4.1,*б* показана схема утворення природних кутів розкривання книжкових блоків, що, у наведеному випадку, розкриваються посередині, без

додаткових зусиль, направлених на деформацію корінцевої частини з метою отримання кутів розкривання наближених до 180° [103].

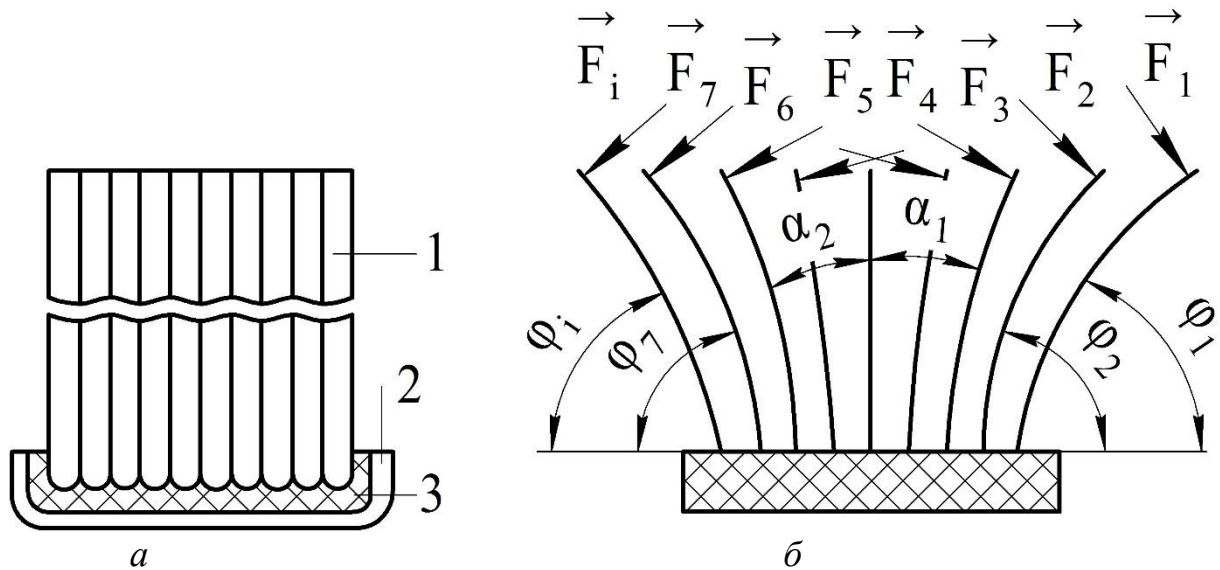


Рис. 2. 4. 1. Схема утворення природних кутів розкривання книжкових блоків 1 – книжкові зошити; 2 – окантовувальний папір; 3 – шар клею; α – природні кути розкривання блоку; φ – кути нахилу сторінок; \vec{F} – вектор сил згинання.

Відхилення кожного зошиту книжки при розкриванні блоку та утворення кутів нахилу зошитів залежить від критичного навантаження аркуша від власної ваги $q_{кр}$, що визначається за формулою [103]

$$q_{кр} = \frac{E \times I \times K}{2l^3} \quad (2.4.1)$$

де E – модуль пружності аркуша паперу, кгс/см²;

I – момент інерції аркуша на згин, см⁴;

K – безрозмірний коефіцієнт

При послідовному відхиленні сторінок книжкового блоку зошитів, при розкриванні блоку в правій і лівій частинах, сила згинання першого зошита \vec{F}_1 утворює кут нахилу φ_1 , сила згинання наступного зошита \vec{F}_2 – кут нахилу φ_2 , ..., \vec{F}_i – кут нахилу φ_i [103].

$$\vec{F}_{\Sigma i} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_i \quad (2.4.2)$$

$$\vec{F}_{\Sigma j} = \vec{F}_5 + \vec{F}_6 + \vec{F}_7 + \dots + \vec{F}_j \quad (2.4.3)$$

Для правої й лівої частини при повному розкриванні книжкового блоку під дією ваги паперу сторінок в зошитах утворюються природні кути розкривання блоку α_1 і α_2 , що разом утворюють природний кут розкривання всього блоку [103]

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_1 + \alpha_2. \quad (2.4.4)$$

Для збереження форми корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками при багаторазовому відкриванні книги необхідно застосовувати для заклеювання фальців зошитів клеї, що забезпечують тривалу міцність та еластичність [103]. При виготовленні книжкової продукції для проведення експериментів форматами та технічними показниками наведеними в табл. 2.4.2 використані палітурні клеї, які використовуються при виготовленні книг у палітурці (табл. 2.4.1): для промазки корінця блока, бокової промазки блоку і для приклеювання паперової стрічки на корінець блока [103].

Таблиця 2.4.1. Марки клею для скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками [103]

№	Промазка корінця книжкового блоку	Бічна промазка книжкового блоку	Приклеювання корінцевої паперової стрічки
1	Термоклей Technomelt Q3660	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
2	ПВАД/15В	Термоклей OGIMELT 110	COLGEL 630
3	ПВАД/15В	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
4	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630
5	Термоклей ВAM 776	Термоклей Technomelt Q3660	BATCH 6640
6	Термоклей Technomelt Q3660	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
7	Термоклей Technomelt Q3660	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
8	Термоклей Technomelt Q3660	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
9	Термоклей Technomelt Q3660	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
10	ПВАД/15В	Термоклей Technomelt Q3660	COLGEL 630
11	ПВАД/15В	Термоклей Technomelt Q3660	COLGEL 630
12	ПВАД/15В	Термоклей OGIMELT 110	BATCH 6640
13	ПВАД/15В	Термоклей Technomelt Q3660	COLGEL 630
14	Термоклей ВAM 776	Термоклей Technomelt Q3660	BATCH 6640
15	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630
16	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630
17	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630
18	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630
19	ПВАД/15В	Термоклей Technomelt Q3660	COLGEL 630
20	Термоклей ВAM 776	Термоклей ВAM 849	COLGEL 630

Експериментальні вимірювання природних кутів розкривання книжкових блоків проведені за умови розкривання блоків посередині, без додаткових зусиль, направлених на деформацію корінцевої частини з метою отримання кутів розкривання наближених до 180° [103].

Враховуючи комплексні фактори підготовки експериментальних зразків книжкової продукції різних форматів видань, використовувані види паперів для виготовлення блоків різної маси, товщини аркушів, розривної довжини, а також застосування широкої вибірки сучасних клейових полімерних композицій, використаних для скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, забезпечили результати наведені в табл. 2.4.2 [103].

Таблиця 2.4.2. Показники природних кутів розкривання книжкових блоків зшитих нитками

№	Обрізний формат блоку	Товщина блоку (мм)	Папір	Маса паперу (г/м ²)	Товщина аркуша (мкм)	Розривна довжина (м)	Кути розкривання блоку
1	125x200	38	газетний	38	51	3298	56 ⁰
2	125x200	35	кн-журн.	55	82	3951	15 ⁰
3	128x200	30	офсетний	55	70	3314	15 ⁰
4	130x200	35	кн-журн.	55	91	3103	114 ⁰
5	195x255	10	офсетний	55	79	5842	42 ⁰
6	125x200	38	газетний	60	113	3000	56 ⁰
7	165x240	35	офсетний	65	122	3935	58 ⁰
8	145x205	50	офсетний	70	125	4520	62 ⁰
9	170x240	45	офсетний	70	110	6630	60 ⁰
10	200x260	30	офсетний	70	93	6057	44 ⁰
11	200x290	25	офсетний	70	75	3045	53 ⁰
12	140x200	40	офсетний	80	97	3313	15 ⁰
13	160x235	40	офсетний	80	110	5833	54 ⁰
14	165x235	10	офсетний	80	110	3850	39 ⁰
15	165x240	15	офсетний	80	110	5750	69 ⁰
16	210x230	15	офсетний	80	110	4917	62 ⁰
17	200x290	35	офсетний	100	121	5333	64 ⁰
18	210x210	15	офсетний	110	107	3187	79 ⁰
19	300x250	8	крейдований	120	90	3889	54 ⁰
20	210x285	8	офсетний	170	210	7726	90 ⁰

Аналіз отриманих результатів застосування клеїв в книжкових блоках показав:

- композиція клеїв Термоклей ВАМ 776 + Термоклей ВАМ 849 + клей COLGEL 630 (табл. 2.4.1, поз. 15-20) забезпечила максимальні природні кути розкривання блоків у діапазоні 62°-114° (62°, 64°, 69°, 79°, 90°, 114°), які

сприяють тривалому споживчому використанню книжкової продукції з наведеними показниками розкриваності. Додаткові зусилля, що будуть направлені для розкриття блоків на кути у 150° - 180° , з метою забезпечення комфортного читання, призведуть до незначної деформації книжкових корінців і їх незначної руйнації [103].

- композиція клеїв Термоклей Technomelt Q3660 + Термоклей OGIMELT 110 + клей BATCH 6640 (табл. 2.4.1, поз. 6-9) забезпечила посередній результат у показниках природних кутів розкривання блоку в діапазоні 56° - 62° (56° , 58° , 60° , 62°). Для дотримання умов задовільного читання деформація корінцевої частини книжкових блоків буде суттєвою [103].

- інші композиції палітурних клеїв (табл. 2.4.1, поз. 1-5, поз. 10-14) не підтвердили задовільних результатів; природні кути розкривання блоків знаходяться в діапазоні 15° - 54° (15° , 39° , 42° , 44° , 53° , 54°). Забезпечення умов сприятливого читання таких книжкових блоків можливе лише за умови докладання значних зусиль для деформації корінцевої частини блоків, що в обмежений термін часу призведе до швидкого руйнування книжкової продукції [103].

2.5. Комплексне оцінювання впливу товщини клейового шару на площину дельтоподібних ділянок між зошитового простору.

Для визначення міцності й довговічності Ш-подібного клейового з'єднання корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, використовується відома методика Flex Test [103], яка полягає у здійсненні чисельних перегинань корінцевої частини книжкового блоку, розкритого посередині. Використовується прилад фірми Zigloch технологічні можливості якого дозволяють виконувати циклічні перегинання корінців блоків на кути 120° - 170° , без додаткового натягу, для пришвидшення руйнації клейового з'єднання [108].

Додатковий натяг, в процесі експериментальних досліджень, лише прискорює руйнацію корінцевої клейової полімерної пластини, залишаючи не до кінця дослідженими фактори фізико-механічної руйнації. Враховуючи перелічені обставини, при проведенні випробувань, сила натягу залишена сталою, тому експлуатаційна міцність клейового з'єднання вимірюється циклами приладу до повної руйнації клейового шару кожного досліджуваного зразка [108].

Однак, для корінцевих клейових пластин, утворених незшивним клейовим способом, у яких товщина є відносно сталою, результати випробувань на міцність, за методикою Flex Test, будуть відповідати довірчим показникам з розбіжністю експериментальної похибки. Водночас, результати застосування такої методики для Ш-подібних клейових пластин будуть залежати від точки опори для проведення перегинань, яка може знаходитися в зоні півкруглої частини, дотичної до округлених фальців книжкових зошитів, або в зоні дельтоподібних ділянок між зошитового простору [108].

Для проведення експериментальних досліджень клейового з'єднання на паперорізальній машині відділяється частина блоку (фрагмент), структура якого складається із корінців фальців зошитів, зшитих нитками і окантовувальної клейової полімерної пластини, товщина якої під час проведення досліджень буде змінюватися від першого мінімального фіксованого положення до максимальної товщини, що утворюється під час технологічних операцій окантовування книжкових блоків підвищеної експлуатаційної інтенсивності користування [108].

На рис. 2.5.1. зображено процес формування фрагменту корінцевої частини книжкового блоку де від книжкового блоку (1), сформованого із підібраних зошитів (3) однакової товщини й однакового виду паперу, однорідної маси й щільності, відділяється ножом (4) паперорізальної машини частина блоку (5), що включає окантовувальну Ш-подібну клейову полімерну пластину (2) і паперову частину фальців підібраних і зшитих нитками зошитів,

мінімальну і достатню за розмірами для затискання в пристрої для геометричних вимірювань, або чисельних перегинань [108].

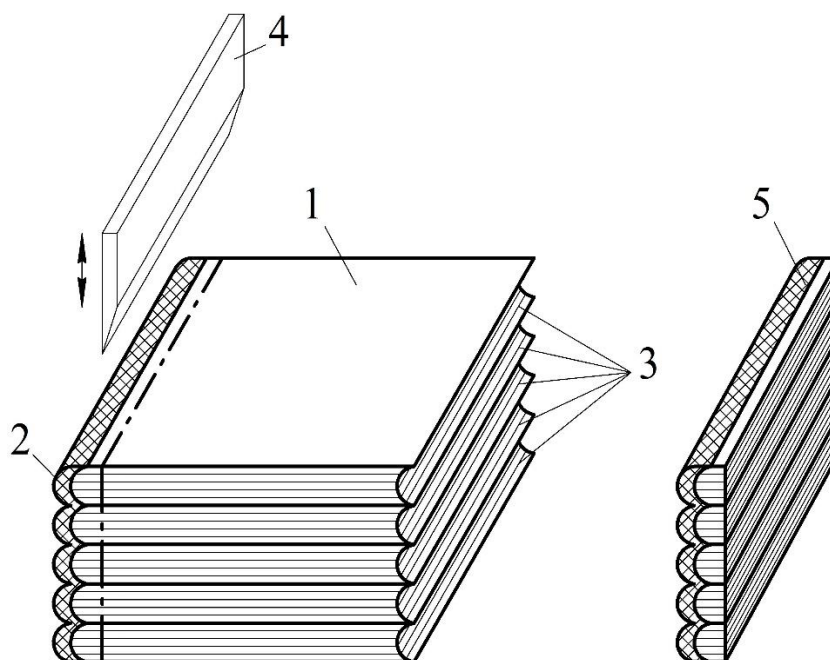


Рис. 2.5.1. Формування фрагменту корінцевої частини книжкового блоку на паперорізальній машині, 1 – окантований книжковий блок зшитий нитками; 2 – Ш-подібний шар клею; 3 – зошити книжкового блоку; 4 – ніж паперорізальної машини; 5 – фрагмент корінцевої частини.

Виокремлену корінцеву частину книжкового блоку зшитого нитками, зображено на рис. 2.5.1, яка складається з Ш-подібного об'єму клейової полімерної композиції, з імплантованими, з ввігнутої сторони її при поверхневого шару, стібків палітурних ниток, а з випуклої сторони, площинно інтегрованої паперової стрічки. З достатньою, для експериментальних досліджень вірогідністю, можливо припустити, що поєднання перелічених матеріалів в одній структурі утворюють композитне середовище з пружними властивостями, яке має неоднорідну анізотропну структуру [108].

Враховуючи незначну вагову й об'ємну концентрацію композитних матеріалів, у вигляді ниток і паперу, в порівнянні з шаром клею, для зручності

моделювання, приймаємо композитну структуру корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками, як ізотропне тіло [108].

Відповідно, розподіл руйнівних напружень в клейовій полімерній пластині, як фізичному ізотропному тілі, в процесі дискретних знакозмінних перегинань, під час перегортання сторінок книги, буде залежати, в першу чергу, від фізико-хімічних властивостей застосованих клейових композицій. Впродовж експлуатаційного терміну читання або сканування, при розкриванні книги, відбувається формування залишкової деформації ε в структурі клейової пластини, що після тривалих перегинань призводить до руйнації окантовувальної пластини і всього книжкового блоку [179]:

$$\varepsilon = f(P, \tau) = \frac{dP}{d\tau}, \quad (2.5.1)$$

де P – зусилля спрямовані на розкриття блоку і дискретні перегинання клейової пластини; τ – час дії навантаження на корінцеву пластину.

Експлуатаційна стійкість та ресурс використання корінцевої композитної полімерної пластини залежить і може змінюватися при коливанні товщини та конструктивної геометричної конфігурації Ш-подібного шару клею [108, 179].

На рис. 2.5.2 зображено графічні залежності між окремими геометричними елементами клейового шару у вигляді округлих ділянок, дотичних до півкруглих частин фальцьованих зошитів, та дельтоподібних ділянок між зошитового простору [108].

На рис. 2.5.2 зображено перерізи корінцевої частини Ш-подібних клейових полімерних пластин, у яких товщина клейового шару, від початкового t_1 (рис. 2.5.2, позиція 1) змінюється на однакову дискретну величину Δ [108], де

$$t_2 = t_1 + \Delta; \quad (2.5.2)$$

$$t_3 = t_1 + \Delta + \Delta = t_1 + 2\Delta; \quad (2.5.3)$$

$$t_4 = t_1 + \Delta + \Delta + \Delta = t_1 + 3\Delta. \quad (2.5.4)$$

Моделювання перегинань клейової пластини товщиною t_1 передбачені у двох опорних точках. Перша o_1 розташована посередині зовнішньої півкруглої частини пластини, (фрагмент $e_1f_1d_1b_1$ на рис. 2.5.2, позиція 1) яка внутрішньою

частиною контактує з фальцами книжкових зошитів. Друга f_1 – розташована посередині зовнішньої частини дельтоподібної ділянки між зошитового простору. Для пластин товщиною t_2 , t_3 і t_4 це будуть точки o_2 , o_3 , o_4 і f_2 , f_3 , f_4 [108].

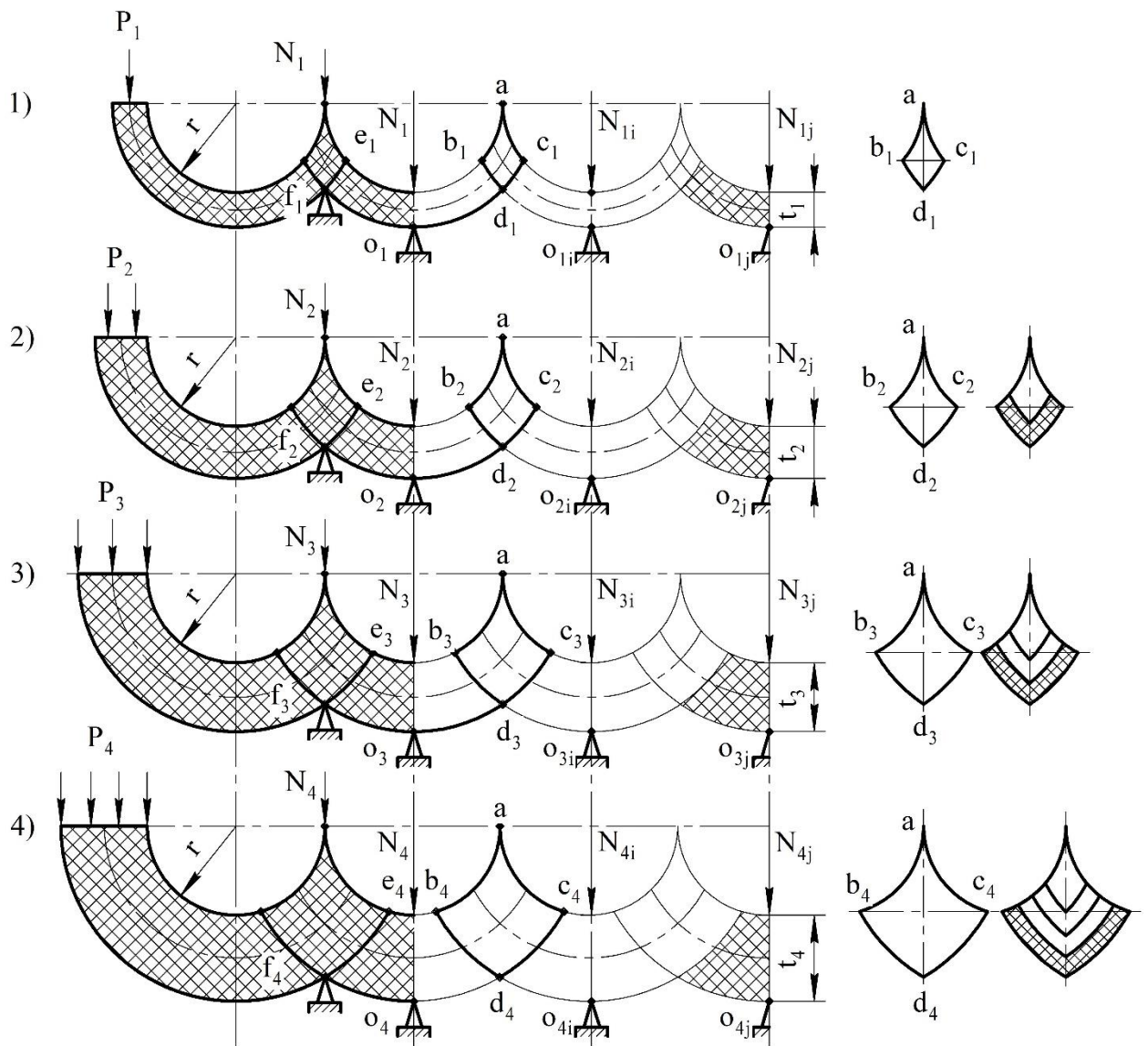


Рис. 2.5.2. Графічне відтворення залежності зміни площі дельтоподібних між зошитових ділянок від зміни товщини клейового шару, t_1 , t_2 , t_3 , t_4 – дискретна товщина клейових шарів із пропорційним розмірним збільшенням; а, b, c, d, e, f (з індексами 1, 2, 3, 4) точки вершин дельтоподібних ділянок клейового шару і вершин фрагментів півкруглих клейових ділянок, r – радіус фальців книжкових зошитів [108].

Окрім опорних точок, в площині яких будуть здійснені почергові експериментальні перегинання, на рис. 3.7.2 (позиція 1) додатково позначені опорні точки o_{1i} і o_{1j} , де здійснюється фіксація частини корінцевої пластини, яка, за умовами експерименту, залишається нерухомою. Фіксація в означених точках, в силу конструктивних особливостей Ш-подібної поверхні корінцевих фальців, відбувається внаслідок утримувальних зусиль, позначених, як N_1 , N_{1i} , і N_{1j} . Розташування фіксувальних опорних точок для клейових шарів із дискретно збільшеною товщиною на показник Δ , в позиціях 2, 3, 4, зображених на рис. 2.5.2, залишаються незмінними, з налаштованою просторовою орієнтацією. Яка враховує зміни зовнішньої контурної частини клейових шарів, після зростальної зміни їх товщини [108].

Для забезпечення процесу циклічного перегинання клейової пластини на рис. 2.5.2 позначено навантажувальні зусилля P_1 , P_2 , P_3 і P_4 , наростальні в міру збільшення товщини пластини [108], де

$$P_1 > (N_1 + N_{1i} + N_{1j}); \quad (2.5.5)$$

$$P_2 > (N_2 + N_{2i} + N_{2j}); \quad (2.5.6)$$

$$P_3 > (N_3 + N_{3i} + N_{3j}); \quad (2.5.7)$$

$$P_4 > (N_4 + N_{4i} + N_{4j}); \quad (2.5.8)$$

$$P_4 > P_3 > P_2 > P_1. \quad (2.5.9)$$

Тому, для подолання пружних сил внутрішньої структури корінцевої Ш-подібної клейової пластини, за умови збільшення товщини клейового шару, необхідне прикладання значно більших зусиль [108].

Для наочності, виокремлені із графічної побудови Ш-подібної корінцевої клейової пластини (рис. 2.5.2) дельтоподібні ділянки позначені, як $ab_1d_1c_1$, $ab_2d_2c_2$, $ab_3d_3c_3$ й $ab_4d_4c_4$, на яких графічно зображено зростання їх контурної площини, залежне від зростання товщини клейового шару. Відтворена зміна пропорційності, після дискретного збільшення товщини клейового шару. Слід зауважити, що зусилля направлені на перегортання сторінок в межах одного зошита, в книжковому блоці, відчутно менші ніж зусилля прикладені до

перегортання зошитів, в тому ж книжковому блоці, через неоднорідність структурної геометрії перерізу клейової пластини.

Для проведення розрахунків розмірного визначення такої неоднорідності прикладених зусиль і можливих наслідків, що ведуть до прискореного руйнування книжкових блоків, розглянемо рис. 2.5.3, на якому зображено дельтоподібну частину (збільшену) корінцевої клейової полімерної пластини [108].

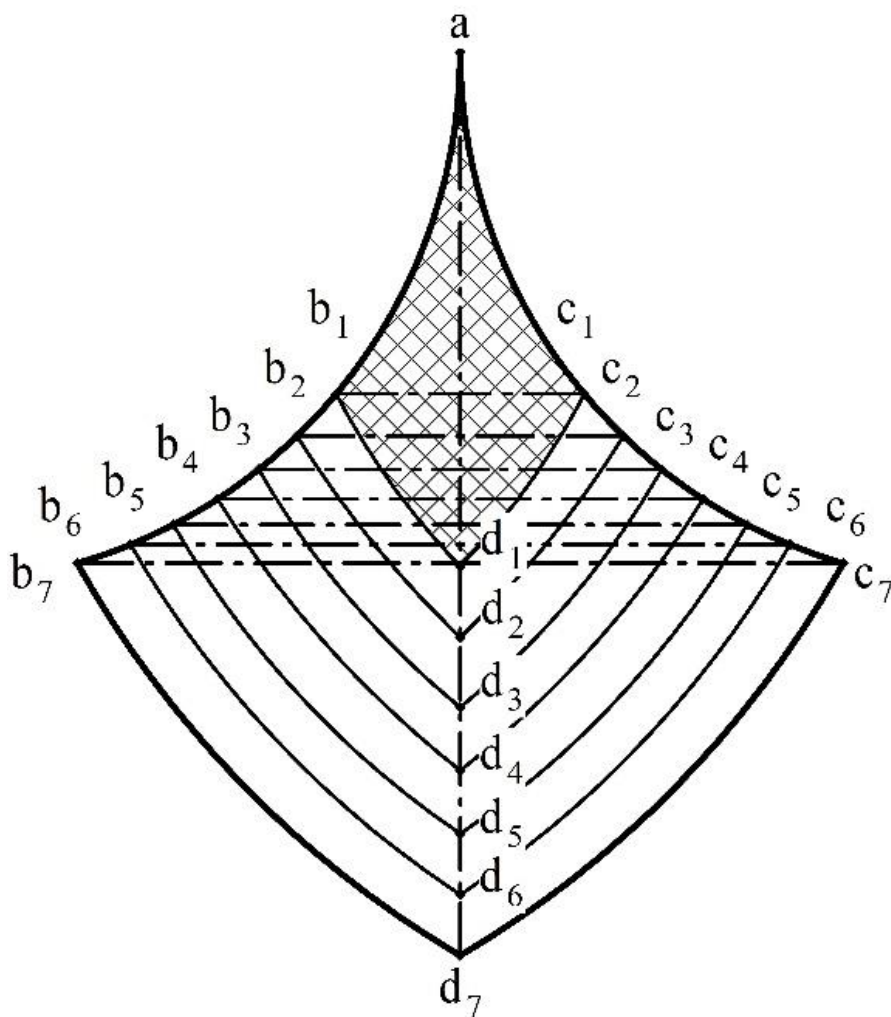


Рис. 2.5.3. Площини дельтоподібних дискретних ділянок клейового шару між зошитового простору

На загальній площинній конфігурації дельтоподібної ділянки зображено тотожні контури, отримані шляхом нанесення на корінцеву частину книжкового блоку дискретних клейових шарів однакових за розмірними показниками.

Ділянка $ab_1d_1c_1$ є початковою, виокремленою із Ш-подібної клейової пластини зображено на рис. 2.5.2 (позиція 1) [108]. Наступні дельтоподібні ділянки $ab_2d_2c_2$, $ab_3d_3c_3$, $ab_4d_4c_4$ та ін. утворено після нанесення клейових шарів товщиною $t_1 = d_1d_2$, $t_2 = d_2d_3$, $t_3 = d_3d_4 \dots t_6 = d_6d_7$ за умови, що

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = \dots = t_6 = \text{constant} \quad (2.4.10)$$

Для загального випадку площа дельтоподібних ділянок, враховуючи кривину контурних ліній – $s \approx \frac{d_1 \cdot d_2}{2}$, де d_1 і d_2 – діагоналі дельтоподібних ділянок. Відповідно, площа першої початкової ділянки – $s_1 \approx \frac{b_1c_1 \cdot ad_1}{2}$, наступних – $s_2 \approx \frac{b_2c_2 \cdot ad_2}{2}$, $s_3 \approx \frac{b_3c_3 \cdot ad_3}{2}$, $s_4 \approx \frac{b_4c_4 \cdot ad_4}{2}$, $s_5 \approx \frac{b_5c_5 \cdot ad_5}{2}$, $s_6 \approx \frac{b_6c_6 \cdot ad_6}{2}$, $s_7 \approx \frac{b_7c_7 \cdot ad_7}{2}$ і далі $s_i \approx \frac{b_ic_i \cdot ad_i}{2}$. На рис. 3 не складно помітити, що з пропорційним зростанням товщини клейового шару зростає площа перерізу дельтоподібних ділянок [108].

$$\text{Тобто} \quad s_1 < s_2 < s_3 < s_4 < s_5 < s_6 < s_7 < \dots < s_i \quad (2.4.11)$$

Разом з тим, відтворений чисельний ряд профільних площин, не містить пропорційних закономірностей розмірних відхилень.

Тому, для виявлення впливу зміни товщини клейового шару, в сторону збільшення, або зменшення, на зміну площини дельтоподібних ділянок між зошитового простору, для зручності проведення експериментальних замірів, перерізи дельтоподібних ділянок збільшено.

Після виконання замірів і необхідних обчислень, показники розмірних змін товщини клейових шарів і площини перерізів дельтоподібних ділянок занесено до таблиці 2.5.1.

В таблиці позначені: ТКШ – товщина клейового шару, ПДД – площа дельтоподібних ділянок. Їх величини, вказані в мм і мм², відповідають збільшеним показникам, отриманим на збільшених кресленнях перерізів Ш-подібних клейових шарів, зображених на рис. 2.5.2 і рис. 2.5.3 [108].

Таблиця 2.5.1. Показники змін товщини клейових шарів і площин перерізів дельтоподібних ділянок

ТКШ ПДД	Позиції дискретного нанесення клею і проведених вимірювань						
	1	2	3	4	5	6	7
t (мм)	7,8	10,8	13,8	16,8	19,8	22,8	25,8
S (мм ²)	29,64	44,00	59,78	79,92	103,84	128,00	160,08

Візуальне відтворення отриманих показників зображено на рис. 2.5.4. На якому можливо спостерігати поступове зростання товщини клейового шару t , нанесеного профільним валом на корінцеву частину книжкового блоку, в позиціях вимірювання, а також суттєве зростання площини S перерізів дельтоподібних ділянок між зошитового простору. Відповідно, відбувається збільшення товщини клейового шару від 1-ої позиції до 7-ої – в 3,3 раза, а збільшення площі перерізів дельтоподібних ділянок, в тих же позиціях, в 5,4 раза [108].



Рис. 2.5.4. Гістограма зміни площини перерізів дельтоподібних ділянок між зошитового простору в процесі зміни товщини клейового шару

Таким чином є підстави стверджувати, що позиціювання зони перегинання клейової пластини в межах півкруглої частини кожного зошита

(опорні точки o_1, o_2, o_3, o_4), і між зошитовим просторі дельтоподібних ділянок (опорні точки f_1, f_2, f_3, f_4), рис. 3.7.2, по різному впливає на моменти сили [180], що виникають від прикладених зусиль P_1, P_2, P_3, P_4 (рис. 2.4.2), які забезпечують умови розкривання книжкових блоків на кути наближені до 180° . Завдяки цьому, найбільші зусилля, для перегинання клейової пластини, буде прикладено на вершині дельтоподібних ділянок, через додаткову товщину, у порівнянні із півкруглими ділянками, яка суттєво збільшується через зростання площини перерізів цих ділянок. А якщо врахувати, що у виробничих процесах окантовування книжкових блоків, клейові композиції наносяться на корінцеву частину, зшити нитками, не профільними, а циліндричними валами, то зусилля, що мають бути прикладені при розкриванні книжок в між зошитовим просторі, додатково зростають [108].

Висновки до розділу 2

1. В процесі користуванні готовою книгою під дією різних за величиною і знаку навантажень утворюються різноманітні тріщини число і довжина яких поступово зростають, особливо в корінцевій частині книжкових блоків, скріплених у різний спосіб клейовими полімерними композиціями.

2. Дискретні знакозмінні перегинання корінцевої клейової пластини, під час перегортання сторінок книги, супроводжуються направленою дією додаткових зусиль на пластину, що забезпечують читацьке розкриття книжкового блоку. А також сприяють виникненню руйнівних напружень в структурі пластини, тривалість дії яких, до повної руйнації, залежить від фізико-хімічних властивостей застосовуваних клейових композицій.

3. Для отримання однакових читацьких кутів розкриття книжкових блоків, в будь-якому місці перегинання корінцевої клейової пластини, розподіл прикладених зусиль вздовж всієї пластини відмінний за розмірними показниками. Суттєве збільшення яких відбувається в точках на вершинах дельтоподібних перерізів між зошитового простору, через зростання площини цих перерізів у порівнянні з іншими ділянками.

РОЗДІЛ 3.

МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ КЛЕЙОВИХ ШАРІВ КОРИНЦЕВОЇ ЧАСТИНИ КНИЖКОВИХ БЛОКІВ ЗШИТИХ НИТКАМИ

Механічні пошкодження книжкової продукції, що виникають впродовж тривалого часу інтенсивного використання, впливають на збереження геометричних параметрів, конкурентоспроможність зовнішнього вигляду та експлуатаційну стійкість [180].

Важливим з'єднувальним рухомим елементом книги, який сприймає основні руйнівні навантаження, що виникають впродовж використання книжкової продукції, є клейова полімерна пластина, яка утворюється після полімеризації нанесеного клею на корінцеву частину книжкових блоків, незалежно від способу їх скріплення [180].

Про важливість тривалого збереження клейової полімерної пластини від руйнування свідчать наслідки втрати експлуатаційної цілності книжкових блоків, які розпадаються і відокремлюються на окремі зошити, або аркуші, при незшивному клейовому скріпленню, або на окремі зошити, частково з'єднані стібками ниток, в блоках зшитих нитками [180].

Доцільно зазначити, що в процесі нанесення клею на корінцеву частину книжкового блоку, через функціональні відмови клейового апарату, можливе затікання клею у між зошитовий, чи між сторінковий простір і формування клейової пластини за розмірами, відмінними від каліброваних за товщиною клейового шару. Окрім того, виникають дефекти часткового дискретного склеювання сторінок в місцях крапельного інтегрування клею через отвори, утворені в процесі шитва блоків нитками [180].

Через дефекти непередбачуваних зон приклеювання, що обмежують рухомість просторової конструкції книжкового блоку, або відсутність визначеної кількості клею, необхідної для формування міцного і стійкого до руйнівних навантажень клейового скріплення корінцевої частини блоку,

можливий процес понадстрокового виведення зразків книжкової продукції, з переліченими дефектами, зі споживчого використання [180].

Пошук оптимальних умов технологічного виготовлення книжкової продукції, які враховують експлуатаційні навантаження на складові елементи побудови книги і визначають можливі процеси їх пришвидшеного руйнування, сприятиме вдосконаленню конструктивних, матеріальних і технологічних ресурсів, залучених для виготовлення книжок [180].

3.1. Методичне забезпечення моделювання деформації корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками

Методика нанесення клейової композиції на Ш-подібну корінцеву частину книжкового блоку, зшитого нитками, полягає у використанні клейового апарата книжкової лінії Kolbus KM 600 [180]. Лінія призначена для виготовлення книжкової продукції, що має корінець, скріплений незшивним клейовим способом (НКС), а також для окантовки книжкових блоків, зшитих нитками. Клейовий апарат Kolbus KM 600 входить до складу сучасної потокової лінії для виготовлення книг у твердих оправах Kolbus BF-512 (Німеччина) [180].

Але шар нанесення клею клейовим апаратом Kolbus KM 600 на корінець блоку зшитого нитками не повторює профіль округлих фальців зошитів (1) (рис. 3.1.1,*a*), а створює зовнішню поверхню клею наближену до прямої лінії (2) (рис. 3.1.1,*a*) [180].

Ця технологічна особливість виробничого процесу окантовування книжкових блоків призводить до часткових перевитрат клею, створює додаткові напруження в клейовій пластині, під час відкривання книги на читабельні кути, пришвидшує експлуатаційні руйнування пластини [180].

Тому для проведення досліджень використано спроектований автором [165] дослідницький механізм нанесення клею (рис. 3.1.1), вмонтований в клейовий апарат Kolbus KM 600[180].

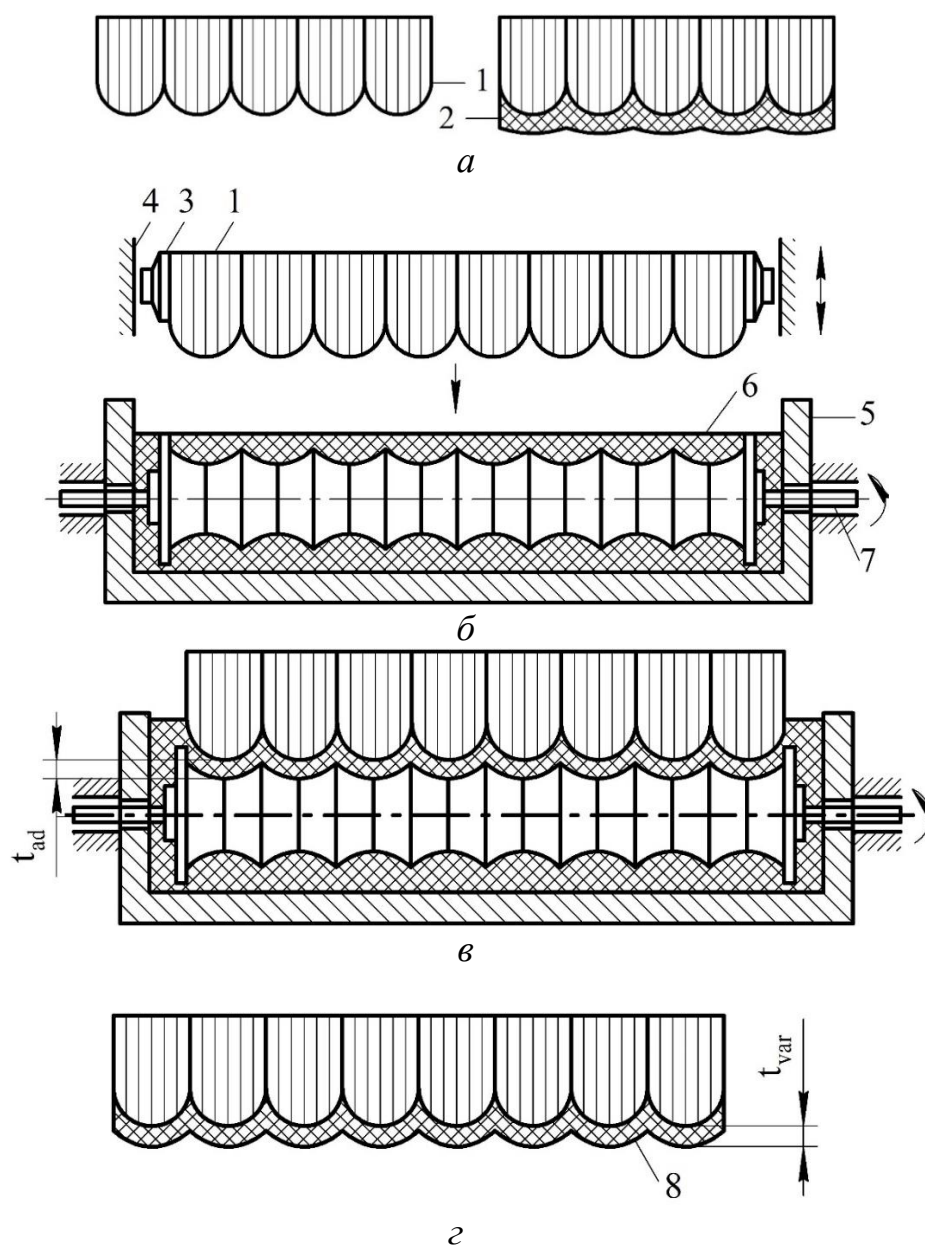


Рис. 3.1.1. Механізм профільного нанесення клею на корінцеву частину книжкового блоку зшитого нитками, *а* – Ш-подібна корінцева частина книжкового блоку і корінцева частина блоку з нанесеним шаром клею; *б* – механізм експериментального профільного нанесення клею на початку технологічного циклу; *в* – профільне експериментальне нанесення клею; *г* – корінцева частина блоку з профільним клейовим шаром; 1 – фрагменти Ш-подібної корінцевої частини блоку; 2 – зовнішня лінія клейового шару; 3 – затискачі; 4 – напрямні; 5 – клейова ванна; 6 – клей; 7 – профільний обертовий клейовий вал; 8 – досліджуваний експериментальний Ш-подібний клейовий шар; t_{ad} – початкова товщина клейового шару; t_{var} – змінна товщина клейового шару.

Механізм використовує профільний вал, який повторює рельєфну частину Ш-подібного корінця книжкового блоку і регулює нанесення визначених розмірних дискретних шарів клею для проведення досліджень (рис. 3.1.1,б,в,г) [180].

Експериментальний пристрій для нанесення змінного розмірного шару клею, представлений на рис. 3.1.1, складається з рухомих затискачів (3), для фіксування фрагментів корінцевої частини книжкового блоку (1), перед нанесенням клею і транспортуванням їх в затиснутому стані у напрямних (4) [180].

Також в склад пристрою входить клейова ванна (5) з зоною нанесення клею (6) профільним обертовим валом (7). Клей наноситься дискретно на визначений розмір t_{ad} , його загальна товщина після кожного вимірювання збільшується і позначається, як t_{va} [180].

3.2. Формування вибірки книжкових блоків зшитих нитками і палітурних клеїв для досліджень

Однією з численних переваг клейового з'єднання є те, що воно відкриває нові можливості для з'єднання матеріалів з різними фізичними та геометричними характеристиками [43], не викликаючи змін в структурі цих матеріалів.

Технологічний процес склеювання містить ряд операцій, що призводять до збірки клейового з'єднання відповідно до конструкції виробу. До основних операцій відносяться такі, як попередня обробка поверхонь для склеювання, підготовка і змішування клею, регулювання положення і збірки конструктивних деталей, затвердіння клею, контроль та перевірка якості готового виробу.

Можливо комбінувати клейові з'єднання [70] з іншими способами з'єднання, такими, як попереднє зшивання книжкового блоку нитками, для збільшення міцності клейового з'єднання. Досліджувана технологічна

послідовність поєднання таких операцій призводить до високої міцності клейових з'єднань.

Враховуючи те, що полімерні адгезивні з'єднання дозволяють здійснювати склеювання з високим виходом і надійністю - можливо забезпечити стійкість готових виробів, під час тривалого зберігання, яка утворюється за допомогою адгезиву, що підсилює механічну стійкість між складеними конструктивними елементами [220].

Фактори збільшення обсягу друкування книг [177, 220] з використанням технології цифрового друку і застосування технологій цифрового документообігу, а також впровадження нових технологічних розробок впливають на виробництво книг і поліпшення клейового скріплення їх складових.

На інтенсивність зношення або руйнування корінців книжкових блоків [17, 19] впливають різні фактори, які відображають фізико-механічні властивості й структуру контактувальних матеріалів, а також умови експлуатації видань.

При цьому враховується дискретність та імпульсний характер зовнішньої сили, прикладеної читачем для розкривання книги, наявність деформацій, зміни геометрії корінця і його структури. Причиною цього може бути концентрація напружень клейового з'єднання, яка спостерігається по краях клейового шва, що є наслідком різниці в деформаціях клейової плівки і паперу, а також значення їх модулів пружності, а також фізико-механічних властивостей клейових композицій [17, 19].

Необхідно визначити, що дослідження числових показників деформації клейового шару корінця блоку, при незшивному клейовому скріпленні, залежності між періодом дії й напруженнями, повинні відповідати умовам проведення експериментів. Мають бути враховані експлуатаційні особливості використання книжкової продукції та розрахована товщина нанесення полімерної клейової композиції на корінець книжкового блоку, що знаходиться в рівному статичному стані до початку розкривання.

Варіантом подолання умов виникнення руйнівних факторів може бути проведення аналітичних досліджень і розрахунку напружено-деформованого стану між сторінкової зони незшивного клейового з'єднання книжкового блоку, а також створення розрахункової математичної моделі [207, 208].

Саме такий підхід на моделювання клейового шару для підвищення конструктивної та експлуатаційної міцності й забезпечення максимального кута розкривання блоків передбачає технологічні варіанти приклеювання окантовувально-капталльної тасьми до поверхні корінцевої частини, утвореної незшивним клейовим способом (НКС). Встановлені закономірності впливу фізико-механічних властивостей окантовувальних матеріалів на міцність видань НКС [73, 180].

Для процесів окантовування книжкових блоків, зшитих нитками із Ш-подібною конфігурацією корінця, підвищення міцності з'єднання можливе через підвищення концентрації клею при постійній його витраті дає значний ефект. Дворазове збільшення концентрації забезпечує приріст міцності склеювання зошитів із неклеєних видів паперу для високого друку в 1,5–2,5 рази і в 3,0–4,5 рази з клеєних офсетних паперів [10, 180].

Застосування концентрованого клею, при постійній витраті сухої речовини, забезпечує більшу міцність склеювання зошитів, кращі умови для сушіння корінця, дозволяє економити клей при обробці блоків з неклеєних видів паперу. Норми витрати клею необхідно встановити з вимоги необхідної міцності склеювання зошитів, відповідно до терміну служби видання [10, 180].

Проблеми руйнування корінців книжкових блоків, зшитих нитками, які відображають фізико-механічні властивості контактувальних матеріалів, можуть бути вирішені шляхом моделювання деформації корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками (рис. 1.1.1, розділ 1) [180].

Для експерименту використані книжкові блоки зшиті нитками з офсетного паперу фірми Sappi (Австрія) масою 150 г/м^2 із 32-сторінковими зошитами у яких товщина зошита складає 5,44 мм, а радіус заокруглення корінця, відповідно, – 2,72 мм. Вимірювання здійснювалися цифровим

електронним вимірювачем товщини паперу Shahe (Китай) з точністю вимірювання 0-10 мм/0,01 [180].

Із міркувань зручності моделювання, відібрані блоки із 32-сторінковими зошитами, через збільшення у них ширини склеювання між корінцевими фальцами, по зрівнянню із 16-сторінковими зошитами. За однакових витрат клею, використання товстих зошитів підвищить міцність клейового шару на 10-15% і позитивно вплине на наочність експериментальних випробувань для визначення руйнівного впливу перегинань [10, 180].

Механізм регулювання подачі клею і калібрування товщини нанесеного шару на корінці блоків застосований для блоків, товщина яких коливається в межах 40-70 мм і які складаються з 7-12 зошитів [180].

Для проведення експериментів в процесі моделювання деформації клейового шару корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками, відібрані блоки товщиною 38,08 мм, 43,52 мм, 48,96 мм, 54,40 мм, 59,84 мм і 62,28 мм. Блоки такої товщини входять до стійкого діапазону технічних можливостей клейового апарату Kolbus KM 600 [180].

Для перелічених блоків виготовлений профільний вал клейового апарату з геометричними показниками Ш-подібної корінцевої частини відібраних зошитів. В процесі дослідження, згідно з умовами експерименту, сталі величини нанесення клейового шару, регулюються комп'ютерною системою управління клейового апарату Kolbus KM 600 [180].

Подальше профільне нанесення клею у виробничих умовах сприятиме економічно обґрунтованій мінімізації витрат, за беззастережної умови сталого дотримання показників міцності клейового з'єднання і його експлуатаційної витривалості [180].

Для нанесення клейової полімерної композиції на корінцеві фальці зшитих нитками зошитів широко застосовуються в палітурних процесах клеї такі, як термоклеї Technomelt Q3660 (Німеччина), ВАМ 1078 (Великобританія), OGIMELT 110 (Німеччина) та дисперсійний клей Adgezin 7236 (Німеччина) [180].

Для проведення експериментальних досліджень відібраний термоклей ВАРМ 1078, як такий, що забезпечує надійну міцність з'єднання, фіксовану товщину після нанесення, швидкість закріплення та пластичність під час перегинань [180].

3.3. Моделювання деформації Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками

Відомо [5], що за конструктивними ознаками клейові з'єднання, впроваджені в технологічні процеси брошурувально-палітурного виробництва, діляться на плоскі, Ш-подібні, Т-подібні й комбіновані [180].

Плоске склеювання застосовується при складанні палітурок, вставці блоків в палітурки, приклеюванні форзаців, ілюстрацій і дрібних частин паперових аркушів до зошитів. Т-подібне клейове з'єднання використовується у клейовому незшивному скріпленні, а комбіновані клейові з'єднання при окантовці корінців в процесі швейно-клейового скріплення блоків і покритті блоків обкладинками в розпуск [180].

Клейові з'єднання Ш-подібного типу застосовуються в брошурувально-палітурних процесах окантовування книжкових блоків, попередньо прошитих нитками, для забезпечення фізичної цілності виробу [180].

Експлуатаційна міцність, пружність і пластичність корінцевої частини книги, забезпечує дискретну розкриваність блоку, в будь-якій його частині, на кути наближені до 180° [180].

Повернення блоку в висхідне становище після розкривання має відбуватися без набутих незворотних деформаційних ознак, що призводять до втрат зовнішнього вигляду і скорочення терміну технологічно передбачуваного використання, визначеного галузевими стандартами [180].

Розкриваність книги під час читання або копіювання повинна здійснюватися без докладання зусиль, що призводять до передчасного руйнування корінця [180].

При перегортанні сторінок книжкового блоку, лише зшитого нитками, виникають між зошитові просвіти, що не забезпечують достатньої міцності скріплення корінцевої частини книжкового блоку [19]. В подальших технологічних операціях вони усуваються заповненням клеєм просторів, що утворюються напівкруглими зошитовими фальцами, які щільно припасовуються один до одного в затискному пристрої клейового апарату (рис. 3.1.1,б) [180].

Найбільш поширеного розповсюдження для шитва блоків набуло використання капронових і бавовняних ниток в три, чотири, і шість складань, які забезпечують високу міцність на розрив та технологічне розривне видовження [19, 180].

До інших переваг можна віднести гладку поверхню, стійкість до вологи і стирання, а також високу адгезійну проникність, в процесі змочування корінців зошитів рідкими клейовими композиціями у вигляді розчинів, дисперсій або розплавів [19, 180].

Аналізуючи процеси шитва книжкових блоків нитками необхідно зауважити, що зтяг та щільність стібків залежить від виду використаного паперу в книжкових зошитах, якості зошитів, точності фальцювання та утворення технологічно визначеної форми корінця зошитів [180].

Це сприяє їх якісному шитву без перекосів у технологічній зоні позиціювання, проколювання та зшивання, а також від властивостей використаних ниток, що під час шитва не піддаються руйнуванню і критичному видовженню [180].

А величина регулювання нитко провідної системи, з однієї сторони, має забезпечити максимальний натяг ниток для щільного скріплення корінцевої частини блоку, з іншої, не перейти межу зусиль, які призведуть до початку руйнування отворів, утворених голками-проколами у корінцевій частині зошитів [180].

Через отвори з руйнівними дефектами можливе часткове затікання клею в середину зошитів, при окантуванні книжкових блоків, і точкове склеювання

сторінок внутрішньої частини корінців сфальцьованих зошитів книги [180].

Використання синтетичних нетканих матеріалів, спеціальних мікрокрепірованих паперових стрічок, стрічок із щільних офсетних паперів, крафту та інших палітурних матеріалів, стійких до руйнувань, сприяє додатковому армуванню корінцевої частини книжного блоку, окрім шитва нитками і проклеювання [180].

Сучасні швидкісні лінії з виготовлення книг незшивним клейовим способом, або книг, у яких блоки зшиті нитками, забезпечують нанесення на корінцеву частину блоку визначені за товщиною клейові полімерні композиції. Технологічний процес нанесення здійснюється в один прохід, з врахуванням з'єднувальних властивостей таких композицій, а також забезпечується приклеювання окантовувальних і каптальних стрічок, або м'яких оправ [180].

Через те, що клейовий шар не має відкритої поверхні для випаровування (з однієї сторони корінцева частина блоку, з іншої – окантовувальний матеріал), відповідно, відсутня можливість природної технологічної полімеризації у короткий термін часу [180].

Усунення негативних факторів, викликаних такою технологічною особливістю, можливе через забезпечення необхідної тривалості процесу полімеризації клейової композиції.

Для технологічно визначеного тривалого сушіння в книжкових лініях передбачені транспортувальні пристрої карусельного типу, які забезпечують достатню лінійну довжину рухомої транспортерної стрічки для необхідного часу закріплення клею, а також економне розташування в площині виробничого приміщення [180].

Сучасні полімерні композиції забезпечують належне змочування, та вбирання в процесі склеювання палітурних деталей корінцевої частини книжкових блоків [180].

До таких деталей відноситься зовнішня паперова частина фальцьованих зошитів, із щільним дискретним шаром бавовняних або синтетичних ниток на поверхні фальців, та паперова окантовувальна стрічка [180].

Шар клею заповнює пори й капіляри цих деталей і формує полімерну пластину, що утворюється після полімеризації нанесеної клейової композиції, розрахункова товщина якої забезпечує високотехнологічну розкриваність блоку та тривалу експлуатаційну стійкість (рис. 3.3.1) [179].

Товщина такої пластини коливається в широких межах, визначених форматами видання, кількістю зошитів і сторінок в зошитах, видами та масою паперу книжкового блоку, а також видами швацьких стібків, перерізу ниток і сировини із якої нитки виготовлені.

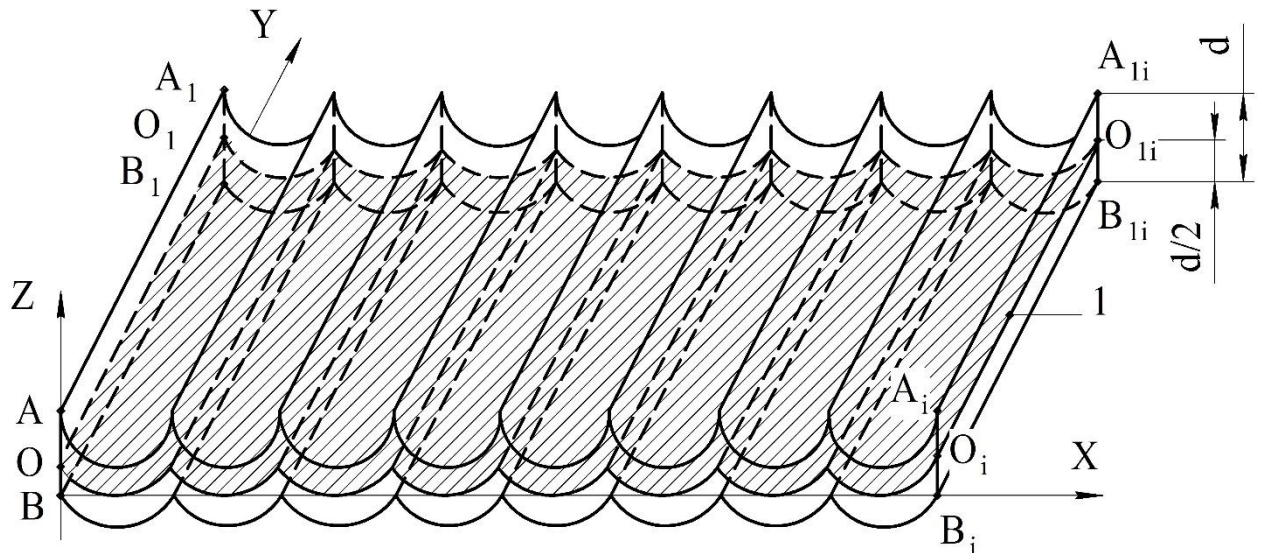


Рис. 3.3.1. Ш-подібна клейова полімерна пластина, 1 – серединна площина, d – товщина пластини, d/2 – відстань до серединної площини

На рис. 3.3.2. зображено переріз фрагменту клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками, у якої в структуру основного масиву Ш-подібного шару клею (б) (рис. 3.3.2), зі сторони увігнутої поверхні, імплантовані стібки палітурних ниток (а) (рис. 3.3.2), що утворюють щільну з'єднувальну просторову конструкцію для корінцевих фальців зошитів [179].

Зовнішня поверхня (в) клейової пластини (рис. 3.3.2) окантована

паперовою стрічкою, що, враховуючи високі адсорбційні властивості палітурного клею, створює поверхневу композитну частину основного масиву клею на корінці книжкового блоку [179].

Клейова структура корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками (рис. 3.3.2), утворена Ш-подібним масивом палітурного клею, з імплантованими у внутрішню і зовнішню поверхні стібками ниток і паперовою стрічкою [179].

Можливо припустити, що така клейова композиція утворює пружну композитну структуру, з основним елементом структури – палітурним клеєм, та включеннями з інших матеріалів, якими є палітурні нитки та окантовувальна паперова стрічка [179,180].

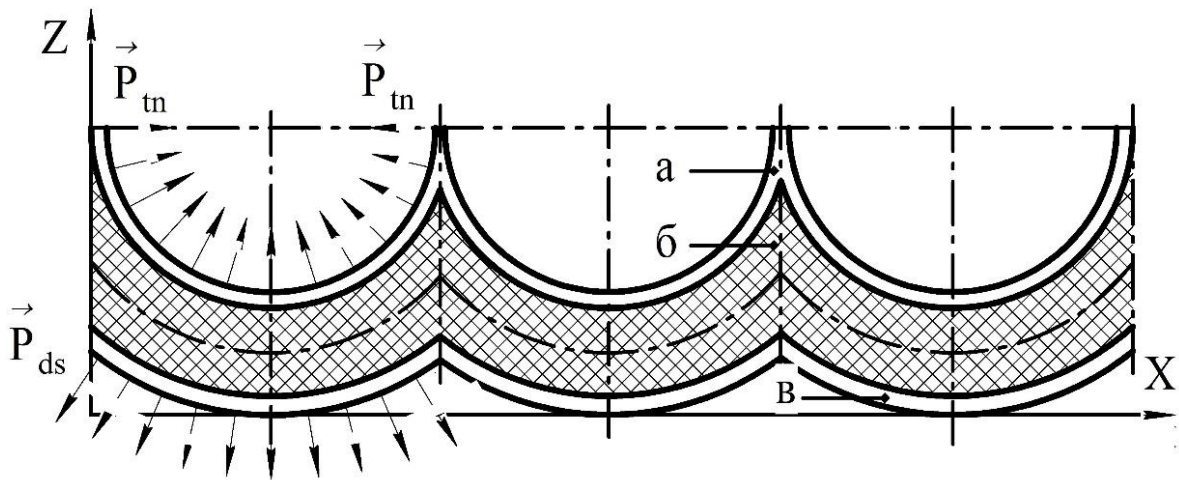


Рис. 3.3.2. Переріз фрагменту клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, а – просторова площина стібків ниток; б – масив Ш – подібного шару клею; в – паперова окантовувальна стрічка; \vec{P}_{tn} – вектори зусиль натягу ниток, імплантованих в шар клею; \vec{P}_{ds} – вектори зусиль дискретного руйнування паперової стрічки

Векторами \vec{P}_{tn} (рис. 3.3.2) позначено напрями сумарних зусиль натягу ниток, одні із яких, виникають в процесі шитва книжкових блоків на нитко швацькій машині і щільного стягування їх корінцевої частини. Інші – в момент розкривання книжкових блоків і перегинання композитної клейової пластини, структурною складовою якої є стібки ниток [179, 180].

Векторами $\overrightarrow{P_{ds}}$ (рис. 3.3.2) позначено напрями зусиль руйнування окантовувальної паперової стрічки, які виникають в моменти тривалих експлуатаційних розкривань книжкових блоків в періоди читання, або сканування інформації зі сторінок розгорнутої на кути 150^0 - 180^0 книги [179, 180].

Результати експлуатаційних показників засвідчують більшу надійність і довговічність багатокомпонентних пластичних середовищ перед однорідними. Корінцева частина книжкового блоку може бути розглянута, як складне пружне тіло (матриця) у якого основною і визначальною складовою є полімерний клей в структуру якого імпантовані швацькі нитки й окантовувальний папір. Нитки й папір розподілені в структурі клею зі сторони внутрішньої й зовнішньої поверхонь клейової корінцевої пластини [179].

В процесі дії експлуатаційних навантажень, поступового зношування та руйнування таких матеріалів, питома взаємодія матриці (клейової композиції) з компонентами включень, не дивлячись на те, що вони складають, у порівнянні з матрицею, невелику вагову частину, істотно впливає на міцність і зносостійкість клейової композиції [179, 180].

Така композитна клейова полімерна пластина має неоднорідну анізотропну структуру, складовими якої є клей, нитки й папір. У відсотковому відношенні кількісний показник матеріалів ниток і паперу у композитній полімерній пластині суттєво нижчий ніж матеріал клею [179, 180].

Для зручності моделювання експлуатаційних процесів і руйнівних факторів впливу, приймаємо допустиме припущення про клейову полімерну пластину корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, як ізотропне тіло [179, 180].

Розподіл руйнівних напружень в клейовій полімерній пластині, як фізичному ізотропному тілі, при перегортанні сторінок книги і, відповідно, в дискретних перегинаннях пластини, поділяється на два основні й визначальні напрямки [179, 180].

Перший вид напружень виникає при вільному розкриванні книги без

докладання додаткових зусиль на внутрішню частину блоку й утворенні природних кутів розкривання блоку у 70^0 - 120^0 під дією лише ваги сторінок відкритої книги, сформованих у зошити. В місці розкривання блок поділяється на дві непропорційні частини, що вигинають корінцеву клейову пластину в сторону більшої ваги сторінок [180].

На пропорційні частини блок поділяється лише в одному випадку – при розкриванні посередині, але природний кут розкривання блоку може відхилятися від центрального становища через неоднорідність відгинання сторінок з різним рівнем попередньо набутої залишкової деформації [180].

Другий вид напружень полягає у створенні додаткових зусиль примусового дорозкривання книжкового блоку до кутів у 170^0 - 180^0 для комфортного читання, або сканування [180].

В період терміну читання або сканування відбувається формування залишкової деформації ε в структурі клейової пластини, що після тривалих перегинань призводить до руйнації окантовувальної пластини і всього книжкового блоку:

$$\varepsilon = f(P, \tau) = \frac{dP}{d\tau}, \quad (3.3.1)$$

де P – зусилля напрямлені на розкриття блоку і дискретні перегинання клейової пластини; τ – час дії навантаження на корінцеву пластину [180].

Експлуатаційна стійкість та ресурс використання корінцевої композитної полімерної пластини залежить і може змінюватися при коливанні товщини та конструктивної геометричної конфігурації Ш-подібного шару клею. Також залежить від щільності паперу, його маси, кількості сторінок у зошитах, і, відповідно, товщини зошитів, яка визначає розмір заокругленої частини фальців, як поверхні для нанесення клейової композиції при окантовуванні блоку. Тривалі перегинання корінцевої частини книжкового блоку під час читання або сканування, формують постійні зміни зовнішніх геометричних параметрів клейової пластини [180].

Через знакозмінний характер прикладених зусиль під час перегинань,

здійснюється прогнозований перехід від явищ пружної деформації і тимчасового збереження експлуатаційних властивостей пластини до явищ залишкової та в'язкої деформації [180].

Перелічені явища відбуваються впродовж життєвого циклу книжкового виробу, під час якого, формуються критичні руйнування його складових. Хвиляста геометрична побудова Ш-подібного клейового шару передбачає однакову, припустиму для моделювання деформації полімерної пластини, товщину в напівкруглих ділянках дотичних до корінцевих фальців книжкових зошитів та збільшену товщину клейового шару у місцях утворення клиноподібних припливів з увігнутими поверхнями в між корінцевим просторі зошитів, зшитих нитками, пропорційність яких (клиноподібних припливів) до напівкруглих ділянок коливається в межах від 1:1,5 до 1:1,9 [180].

З огляду на залежності від характеру дієвих сил при перегинаннях, полімерні клейові пластини корінця книжкового блоку, зшитого нитками, можливо віднести до пластин, що працюють на вигин при поперечному навантаженні. А також, з огляду на характер напруженого стану таких пластин, можливо віднести їх в класифікації до гнучких пластин, при розрахунку яких необхідно, поряд з вигинальними напруженнями, враховувати напруження, рівномірно розподілені по товщині (мембранні напруги) [179, 180].

Не дивлячись на неоднорідну анізотропну структуру клейової композитної полімерної пластини, для зручності моделювання деформації клейового шару корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками, можливо розглядати клейову пластину, як ізотропне тіло – однорідне в структурі будь – яких напрямках [180].

З подальшим врахуванням коефіцієнтів відповідності, чисельні показники яких будуть пропорційні видам і матеріалам із яких виготовлені нитки для зшивання блоків, а також структурі, жорсткості, щільності, масі, пластичності та іншим властивостям паперів, застосовуваних для окантовування блоків [179, 180].

Вже на початковому етапі після виготовлення книжкового блоку і нанесення на корінець для окантовування, технологічно визначеного клею (вододисперсійного, або термоклею), клейова полімерна пластина у своїй структурі містить макродефекти у вигляді пор, границь зерен та границь субструктурних недосконалостей, що вже під час початкових експлуатаційних перегинів сприяє процесу утворення та поступового розвитку мікротріщин та впливає на міцність корінцевого з'єднання [19, 180].

При основних експлуатаційних факторах таких, як зусилля розтягування та статичне і динамічне навантаження, що діють на клейову корінцеву пластину під час читання, може мати місце процес зародження і розвитку тріщин через вплив навантажень змінних у часі [180].

Кожне місце перегинання, утворене під час перегортання сторінок і читання, може зберігати стан перегинання і напруження, від короткотермінового до довготривалого [180].

Не пропорційного по терміну дії й місцю докладання зусиль, вздовж всієї клейової полімерної пластини, що веде до неоднорідного, за чисельними показниками, втомного руйнування, визначеного послідовністю виникнення навантажень в дискретних місцях перегинань [180].

При дискретному розкриванні книжкового блоку в нумерованій сторінковій послідовності, або в будь-якому місці стохастичної послідовності, відбуваються перегинання Ш-подібного клейового шару, в процесі яких, як можна спостерігати під час експериментальних досліджень, що об'ємна частина клейового шару наближена до фальців книжкових зошитів деформується у вигляді пружного розтягування [180].

А зовнішня об'ємна частина, наближена до окантовувальної паперової стрічки, деформується у вигляді пружного стискання (рис. 3.3.1). При перегинаннях, в стадії розкривання блоку, площа верхнього шару (рис. 3.3.1) полімерної клейової пластини, позначена контуром $AA_1A_iA_{1i}$ - дотична до корінцевих фальців книжкових зошитів (рис. 1.1.2), які при перегортанні сторінок створюють навантаження, що деформують верхній шар в сторону

видовження (змінюють лінійний розмір в сторону збільшення), а площа нижнього шару, позначена контуром $BB_1B_iB_{1i}$, окантована паперовою стрічкою, не змінює лінійний розмір в сторону зменшення, а лише накопичує напруження стискання в місцях перегинань [179].

Виходячи з гіпотез Кірхгофа для тонких пластин [191] про те, що серединна площа пластини при перегинаннях не деформується і в серединній площині відсутні деформації розтягування, стискання і зсуву – приймається для моделювання твердження про нейтральність серединної площини клейової полімерної пластини корінця книжкового блоку зшитого нитками, позначеної контуром $OO_1O_iO_{1i}$ (рис. 3.3.1). Що розташована на відстані $d/2$ від зовнішніх поверхонь клейової пластини (d – товщина пластини) і навкруг якої, як 0 (нульової) відмітки, можуть вибудовуватись епюри навантажень розтягування і стискання в місцях перегинань пластини (рис. 3.3.6) [179].

При завершенні читання і повернення книги до початкового стану у складеному вигляді, зовнішні поверхні корінцевої полімерної клейової пластини й об'ємні структури цих поверхонь, розташовані по обидві сторони серединної площини, повертаються в початкове положення без залишкових змін у розмірах.

Які почнуть відбуватися після багаторазових перегинань в процесі експлуатаційних навантажень і переходів від явищ викликаних пружною деформацією клейової пластини до незворотних явищ у проявах залишкової пластичної деформації [179].

На рисунках 3.3.3-3.3.6 зображено процес моделювання деформації клейового шару корінцевої частини книжкового блоку, зшитого нитками [179]:

- рис. 3.3.3 – поперечний переріз ІІІ-подібного шару полімерного клею, за допомогою якого здійснюється окантовування книжкового блоку, зшитого нитками; книжковий блок закритий до початку перегортання сторінок;

- рис. 3.3.4 – поперечний переріз ділянки клейового шару на початковій стадії перегортання сторінок книжкового блоку і поступового згинання кореневої полімерної пластини; утворення зон напружень під дією сил розтягування та стискання;

- рис. 3.3.5 – збільшена виокремлена ділянка I-II клейового шару, що зображує зони розтягування та стискання;

- рис. 3.3.6 – епюри зусиль розтягування і стискання в процесі відкривання книги, перегортання сторінок та закривання книги.

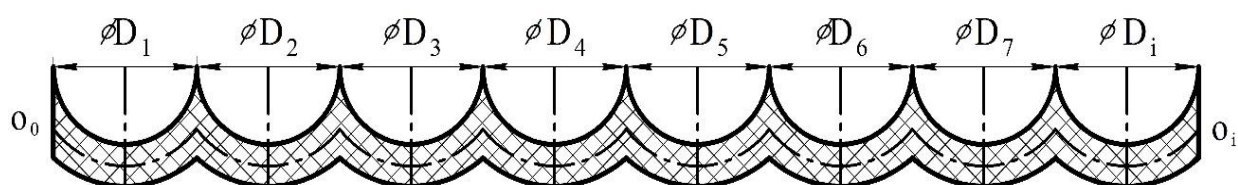


Рис. 3.3.3. Переріз частини корінцевої клейової полімерної пластини книжкового блоку зшитого нитками

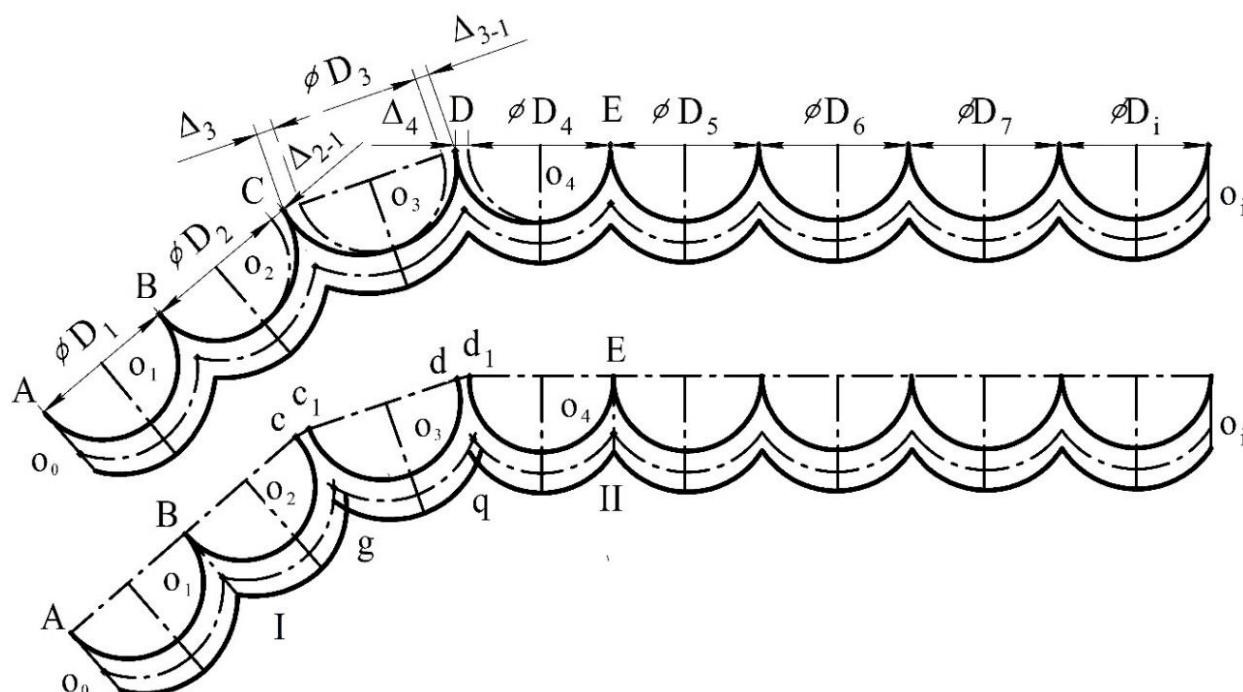


Рис. 3.3.4. Деформаційне перегинання корінцевих клейових полімерних пластин з утворенням ділянок розтягування і стискання

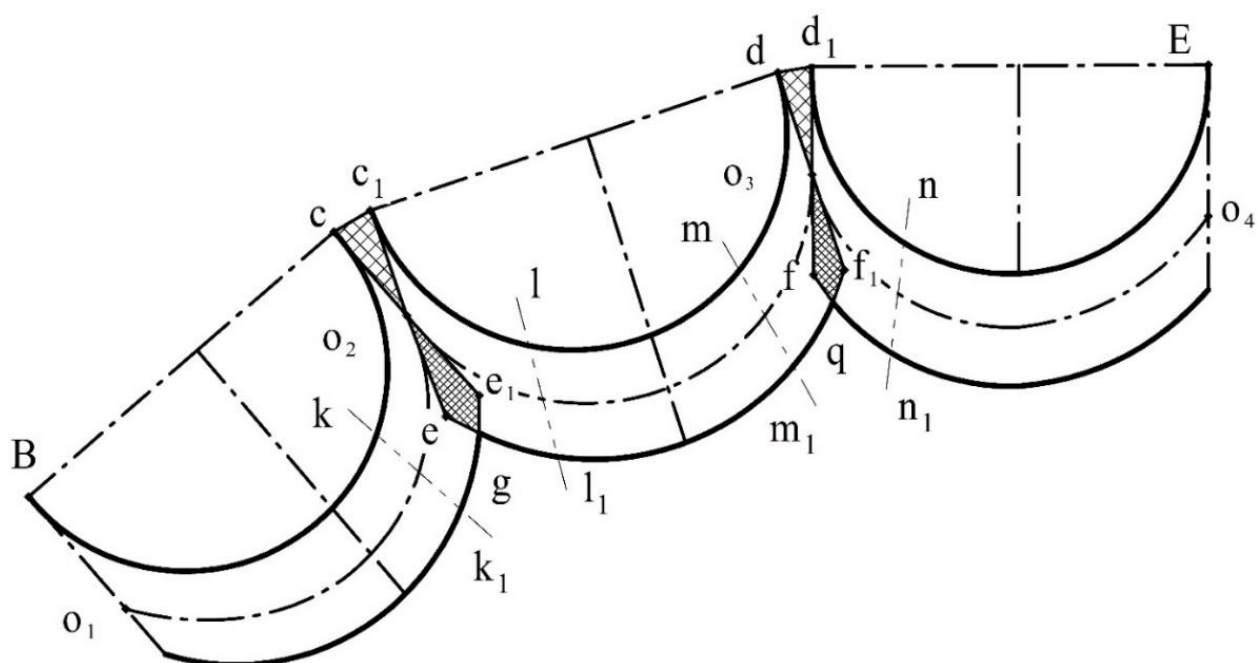


Рис. 3.3.5. Зони розподілу зусиль розтягування і стискання при перегинаннях корінцевої клейової полімерної пластини

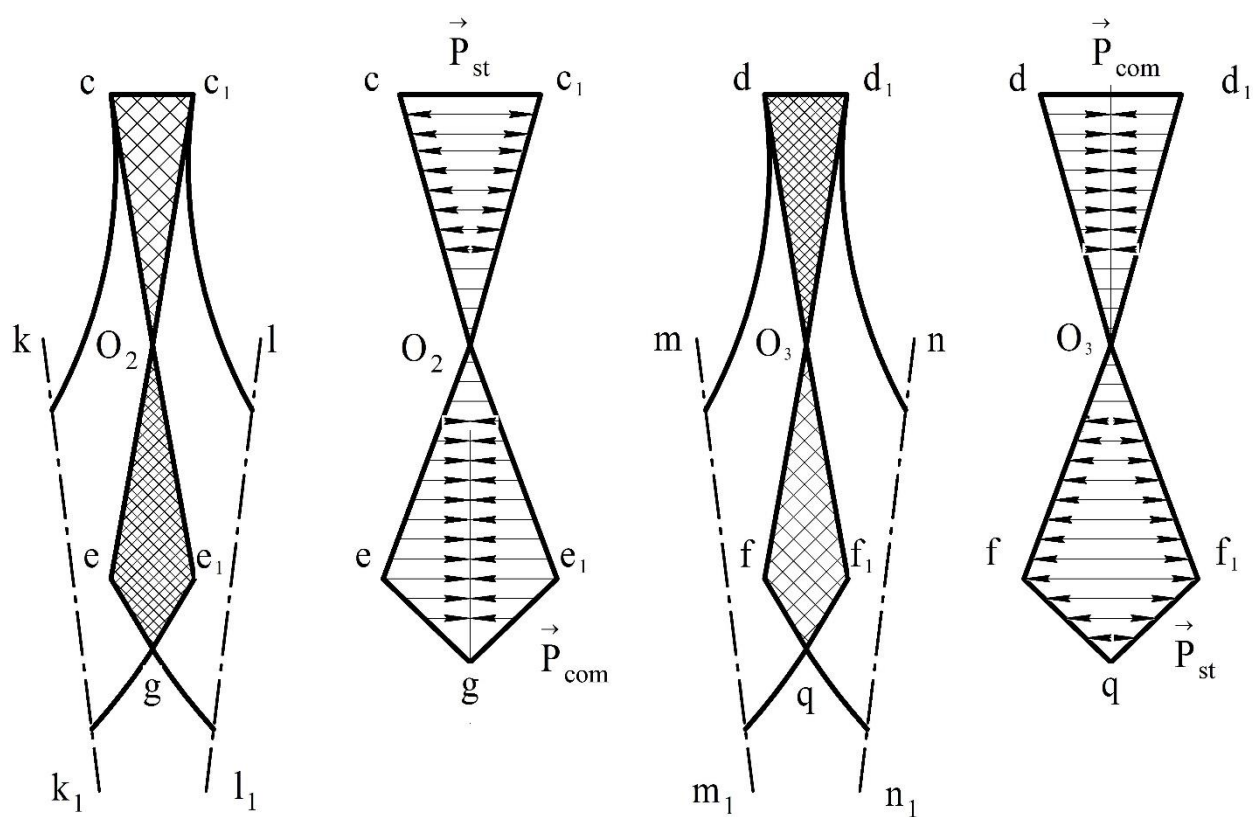


Рис. 3.3.6. Епюри розподілу зусиль розтягування і стискання в корінцевій клейовій полімерній пластині при перегинаннях

На рис. 3.3.3 відтворено переріз, виділеного для моделювання із книжкового блоку Ш-подібного шару полімерного клею, за допомогою якого здійснюється окантовування корінця книжкового блоку, зшитого нитками, без включень в структуру клею стібків ниток, що з'єднують фальцьовані зошити в книжковий блок. А також без окантовувальної паперової стрічки, що приклеюється до корінця блоку для підвищення міцності з'єднання [179].

Увігнуті частини перерізу клейової полімерної пластини утворені округленнями корінців сфальцьованих зошитів, із яких сформований книжковий блок. Для моделювання перегинань клейової пластини прийняті геометричні розміри півкіл, що формують клейову пластину по верхній та нижній зовнішнім поверхням і відповідають однакою товщині книжкових зошитів, отриманих фальцюванням паперових аркушів з розмірами, визначеними форматом видання і кількість сторінок у яких постійна [179].

Кількість та розміри однакових зошитів у нерозкритому книжковому блоці (рис. 3.3.3) позначено від 1-го до i -го, тобто:

$$\varnothing D_1 = \varnothing D_2 = \varnothing D_3 = \varnothing D_4 = \varnothing D_5 = \varnothing D_6 = \varnothing D_7 = \varnothing D_i = const \quad (3.3.2)$$

Лінія O_0O_i , що розділяє на перерізі Ш-подібний клейовий шар по товщині навпіл, позначає серединну площину (рис. 3.3.3-3.3.5) [179].

При перегортанні сторінок і поступовому перегинанні корінцевої полімерної клейової пластини (рис. 3.3.4) ділянки правильної півкруглої форми пластини, в координатах точок O_2 й O_3 серединної лінії перерізу серединної площини, змінюють конфігурацію частини, що прилягає до корінцевих фальців зошитів і змінюють лінійні розміри $(S_1, S_2, S_3, \dots, S_i)$ на деякі величини Δ , наприклад [179]:

- на ділянці BC для розміру $\varnothing D_2$ 2-го зошита в книжковому блоці зміна відбувається в сторону збільшення на розмір Δ_{2-1} - $(\varnothing D_2 + \Delta_{2-1} = S_2)$;
- на ділянці CD для розміру $\varnothing D_3$ 3-го зошита в книжковому блоці зміна відбувається в сторону збільшення на розмір Δ_3 і Δ_{3-1} - $(\varnothing D_3 + \Delta_3 + \Delta_{3-1} = S_3)$;

- на ділянці DE для розміру $\varnothing D_4$ для 4-го зошита в книжковому блоці зміна відбувається в сторону збільшення на розмір $\Delta_4 - (\varnothing D_4 + \Delta_4 = S_4)$;

При перегортанні сторінок блоку, від початку книги до кінця, зміна геометричних розмірів (однакових у складеній книзі) ділянок півкруглої форми клейової пластини, відбувається впродовж всіх перегинань пластини на розміри, що змінюються в сторону збільшення. А величини Δ приросту розмірів, внаслідок пружної деформації пластини, для кожної півкруглої частини, будуть відмінними, а не тотожними (лише в деяких обмежених випадках можуть збігатися), тобто [179]:

$$\Delta_1 \neq \Delta_{1-1} \neq \Delta_2 \neq \Delta_{2-1} \neq \Delta_3 \neq \Delta_{3-1} \neq \Delta_4 \dots \neq \Delta_i \neq const \quad (3.3.3)$$

В кожний окремий момент часу Δt при читанні книги і перегортанні сторінок відбувається зміна лінійних розмірів Δs ділянок клейової пластини, під дією сил пружної деформації [179].

Зусилля, що призводять до зміни лінійних розмірів напівкруглих ділянок клейової пластини, при перегортанні сторінок книги, впливають, також, на розподіл внутрішніх напружень, від зрівноважених, у всій структурі корінцевої пластини в закритій книзі, до утворення зон розтягування, або стискання. Що виникають в місцях дискретних перегинань пластини, особливо в місцях перегинань пластини, що, орієнтовно, розташовуються між двома зошитами (зони з центрами O_2 і O_3 на рис. 3.3.4) [179].

На рис. 3.3.5 умовними перерізами kk_1 і ll_1 виділено частину клейового шару (ділянка I – II) на якій відтворено зони розтягування і стискання у місцях клиноподібних припливів клею і утворення клиноподібних дельтоїдової конфігурації пластини в між зошитових корінцевих ділянках [179].

При перегортанні сторінок і докладанні додаткових зусиль на корінцеву частину для отримання кута розкривання блоку, наближеного до 180° , в зонах позначених на рис. 3.3.5, як трикутники aa_1o_2 і bb_1o_3 , відбувається не тільки накопичення розтягувальних зусиль пружної деформації клейового шару.

Які при згортанні книжкового блоку, сприятимуть поверненню геометричних параметрів клейової пластини в початкове положення. А і фізичне розтягування в ділянках aa_1 і bb_1 , що під час довготривалих і багаторазових перегинаннях призводить до поступової руйнації клейової пластини й корінцевої частини книжкового блоку [179].

На рис. 3.3.6 зображено момент перегинання клейової пластини під час розкривання книжкового блоку. В трикутнику ao_2a_1 відтворено зусилля розтягування, що мають максимальне значення на вершині клинородібною частини (ділянка aa_1) і спадають до нуля в точці o_2 серединної лінії пластини. Внаслідок фізичного розтягування матеріалу клею, клиноподібна частина між корінцевої зони (рис. 3.3.4 вершина в точці С) перетворилася на обернений рівнобедрений трикутник з вершиною в точці o_2 і підставою з точками aa_1 [179].

В цей же момент перегинання пластини, дельтоїдова частина клейового шару o_2cgc_1 сприймає зусилля стискання, максимальні на ділянці cc_1 , які призводять до м'яття клейового шару в зоні з кінцевою точкою g і до внутрішньоструктурного ущільнення та зсуву одних ділянок відносно інших (зони cg і c_1g) [179].

На епюрі зусиль (рис. 3.3.6) векторна група $\overrightarrow{P_{st}}$ зусиль розтягування клейової пластини й векторна група $\overrightarrow{P_{com}}$ зусиль стискання відтворюють частину пружно деформаційних процесів, що виникають в момент дискретного перегинання Ш-подібної клейової полімерної пластини в дотичному проміжку між зоштами [179].

Зворотний процес закривання книжкового блоку і повернення корінцевої клейової пластини у початкове положення, розглянуто на рис. 3.3.6, на якому умовними перерізами mm_1 і nn_1 (рис. 3.3.5) виділено частину клейового шару (ділянка I – II) на якій відтворено зони стискання і розтягування у місцях клиноподібних припливів клею з вершиною в точці D (рис. 3.3.4) [179].

Попередньо розтягнута частина клейової пластини, що утворює Δbo_3b_1 , з накопиченими зусиллями пружної деформації, під час закривання блоку

повертається у початкове положення і точки b і b_1 прямують на зустріч до повного злиття в одній вершині клиноподібної між зошитової частини корінцевої клейової пластини, що має позначення, як вершина D (рис. 3.3.4) [179].

А трикутник bo_3b_1 трансформується у пряму лінію. Одночасно з цим, дельтоїд o_3dq_1 починає розтягуватися, внаслідок повернення пружно стиснутої внутрішньої структури клейової пластини в початкове положення. Точки d і d_1 прямують до нижньої вершини дельтоїда q , трансформуючи дельтоїд також на пряму лінію [179].

На епюрі зусиль (рис. 3.3.6) векторна група $\overline{P_{st}}$ зусиль стискання і векторна група $\overline{P_{com}}$ зусиль розтягування клейової пластини відтворюють частину пружно деформаційних процесів, що виникають в момент повернення корінцевої клейової пластини у початкове положення [179].

Довготривалі й численні розтягування ділянок aa_1 і bb_1 клейової пластини, а також стискання внутрішньої структури пластини в зонах cgc_1 і dqd_1 під час розкривання книжкових блоків, є результатом дії знакозмінних зусиль пружної деформації.

Відповідно, повернення клейової пластини після її розтягування у початкове положення, під час закривання блоків, сприятиме появі наслідків, притаманних властивостям залишкової пластичної деформації пружного середовища у вигляді мікротріщин і незворотних руйнувань [179].

При перегинаннях клейової пластини й утворенню зон розтягування і стискання, руйнуються не тільки місця перегинів, а ще й видовжується шар клею, що призводить до збільшення відстані між зошитами й втрати жорсткості з'єднання [179].

В будь-якому окремому випадку, для книжкових блоків, зшитих нитками, розглянутий розподіл зон розтягування і стискання, що формуються навколо серединної лінії клейової пластини, притаманний перерізам клейової пластини вздовж всієї корінцевої частини книги [179].

3.4. Аналіз процесів кутового зсуву Ш-подібної корінцевої клейової полімерної пластини

Застосування клейових полімерних композицій з високою адгезією та високою липкістю для окантовування книжкових блоків, зшитих нитками, забезпечує міцне і еластичне скріплення корінцевої частини сфальцьованих зошитів і дозволяє забезпечити довготривалу експлуатаційну стійкість книжкових блоків виготовлених із різних видів паперу [54].

Під час тривалих дискретних перегинань корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками у процесі читання, відбувається зміна властивостей клейових композицій, яка призводить до утворення руйнівних дефектів та втрати цілісності окантовувальної клейової пластини. Яка до моменту незначного руйнування в окремих місцях не визначається, обмежуючи можливості, на етапах утворення початкових дефектів, застосувати засоби відновлювального ремонту [54].

Для визначення особливостей застосування технологічних процесів виготовлення книжкової продукції необхідно враховувати основні види руйнувань книги, що виникають під час тривалого використання. Одним із найбільш поширених дефектів використання книжкової продукції є руйнування корінцевої клейової пластини, утвореної в технологічному процесі окантовування книжкового блоку [54, 103].

Послідовність завершальних операцій закріплення корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками до яких відноситься нанесення клею та приклеювання окантовувального матеріалу, здійснюється протягом технологічно визначеного проміжку часу, впродовж якого властивості клею (водорозчинного або розплаву) повинні залишатися незмінними [19, 54].

Інакше, при нанесенні клею на поверхню матеріалу, чи на корінець блока знижуються його адгезійні властивості та здатність проникати в пори, що сприятиме пришвидшенню втомно-руйнівних експлуатаційних процесів і скороченню періоду використання книжкової продукції [17, 54].

Що стосується застосування саме палітурних термклеїв, найбільш розповсюджених для скріплення корінцевої частини книжкових блоків, особливо незшивним клейовим способом, то для попереднього визначення можливої тривалості використання книжкових видань важливими є дослідження механізму термічної деструкції клеїв [20, 54].

Диференційно-термічний аналіз клеїв показує зміну їх молекулярної маси залежно від температури і ступеня деструкції, швидкості процесів руйнування структури полімерів [21, 54].

Враховуючи специфіку скріплення корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками та керуючись теоретичними засадами квалілогії книги, можливо визначити, що конструктивно-технологічні властивості елементів книжкових видань особливо важливі при оцінюванні експлуатаційних показників: довговічності, міцності, читабельності, естетичності – зовнішнього та внутрішнього оформлення [22, 54].

Аналітичні дослідження напружено-деформованого стану між сторінкової зони клейового з'єднання корінцевої частини книжкового блоку та створення його математичної моделі, дозволяють розраховувати напружено-деформований стан клейового з'єднання, утвореного незшивним клейовим способом (НКС) в процесі експлуатації книги [137, 138, 54].

Технологічні варіанти приклеювання окантовувально-капталльної тасьми до поверхні корінцевої частини книжкового блоку, утвореної НКС для підвищення конструктивної та експлуатаційної міцності, забезпечує максимальні кути розкривання блока, передбачені для такого скріплення. Встановлено закономірності впливу фізико-механічних властивостей окантовувальних матеріалів на міцність видань НКС [73, 54].

Зміцнення корінцевої частини книжкових блоків, що складаються із попередньо підібраних і сфальцьованих зошитів зшитих нитками за допомогою клейових композицій дозволяє фізико-хімічними засобами утворювати цілісну систему із кількох матеріальних складових [54].

Таких, як папір книжкового блоку з різноманітними структурними особливостями, палітурні нитки, що у процесі зшивання корінцевої частини блоку створюють на поверхні півкруглих фальців зошитів дискретну структуру стібків із ниток з попереднім натягом, клейові композиції, рецептурний склад яких сприяє адгезійній взаємодії й адгезійній міцності між компонентами з'єднання, а також окантовувальний папір підвищеної міцності й пластичності [54].

Експлуатаційна міцність клейового з'єднання, його надійність і тривалість залежить від дотримання умов належного контакту між поверхнею Ш-подібного корінця книжкового блоку (субстрату) і клейовою композицією (адгезиву), що наноситься на корінцеву частину блоку. Яка сприятиме міцному зчепленню в зоні контакту поверхонь паперу блоку й окантовувального клею, обумовленому утворенням адгезійного зв'язку внаслідок дії міжмолекулярних сил різнорідних поверхонь [54].

Створення сприятливих умов технологічного процесу формування когезійної міцності нанесеного шару клейової композиції перетворює шар клею на тонку полімерну пластину, в яку з однієї сторони імплантована просторова сітка із стібків палітурних ниток, за допомогою яких зшивалась корінцева частина книжкового блоку, з іншої – окантовувальний папір для надання додаткової міцності клейовому з'єднанню [54].

Формування з початкового технологічного клейового розплаву окантовувальної полімерної плівки супроводжується явищами мікрореологічної адгезії заповнення капілярів, пор, тріщин пористої поверхні паперу книжкових блоків, внаслідок чого збільшується площа контактів клейової композиції із корінцевою частиною блоку, що сприяє зростанню адгезійної міцності [54].

Для забезпечення сприятливих умов здійснення мікрореологічної адгезії при утворенні окантовувального клейового з'єднання книжкового блоку, формується селективне підбирання в'язкості клею від якої, значною мірою, залежить міцність цього з'єднання [54].

Застосування клейових композицій для скріплення книжкових блоків різних форматів, різної товщини, з різноманітними видами паперу має враховувати необхідні особливості нанесення клею, що мають забезпечити високу адгезію до виду паперу блоку [54].

Полімерна плівка, утворена в результаті подальшої полімеризації клею, після нанесення його на корінець і закріплення, має забезпечити відносно видовження при експлуатації виробу менше або таке, що дорівнює відносному видовженню використаного в блоці паперу, а також забезпечити значно вищі показники еластичності та міцності на розрив, ніж паперу сфальцьованих корінців зошитів, зшитих нитками [54].

Необхідно мати на увазі, що експлуатаційні особливості використання книжкової продукції, у якої блоки зшиті нитками й окантовані клейовими композиціями, полягають у численних послідовних дискретних, або випадкових стохастичних перегинаннях корінця блоку при перегортанні сторінок. Зусилля, в широких межах прикладені до різних місць перегинань корінцевої частини й направлені на досягнення максимального розкриття блоку, поступово призводять до руйнування адгезійних зв'язків і погіршення працездатності корінцевої клейової композитної структури [54].

Враховуючи те, що довготривалі та численні перегинання корінцевої частини книжкового блоку потребують нанесення не тільки міцної клейової композиції, але і максимально еластичної – вибір клею, для забезпечення достатньої міцності клейового з'єднання, необхідно здійснювати відповідно призначенню цього з'єднання [54].

З урахуванням максимальної кількості вимог, що пред'являються в процесі виготовлення кожного виду книжкової продукції та подальшої її експлуатаційної довговічності [54].

На рис. 3.4.1 зображено модель Ш-подібної полімерної клейової пластини, утвореної під час технологічного процесу окантовування книжкового блоку, зшитого нитками [54].

Пластина відтворює форму геометричного аркового склепіння корінця розкритої посередині книги, у якої виділені клиноподібні ділянки клею з увігнутими поверхнями між зошитового простору (рис. 3.4.1, поз. 1) і місця дискретного перегинання клейової пластини (рис. 3.4.1, поз. 2), що разом враховуються, як характерні ознаки, в дослідженні експлуатаційних особливостей втомного руйнування клейової композиції [54].

Під час перегортання сторінок у числовій послідовності, поступово змінюється конфігурація аркового склепіння і змінюється просторова відстань клейової полімерної пластини від першої сторінки до останньої, що до початку перегортання складає L мм (рис. 3.4.2,а), а мінімально можлива, при розкриванні блоку посередині – L_{\min} мм (рис. 3. 4. 1) [54].

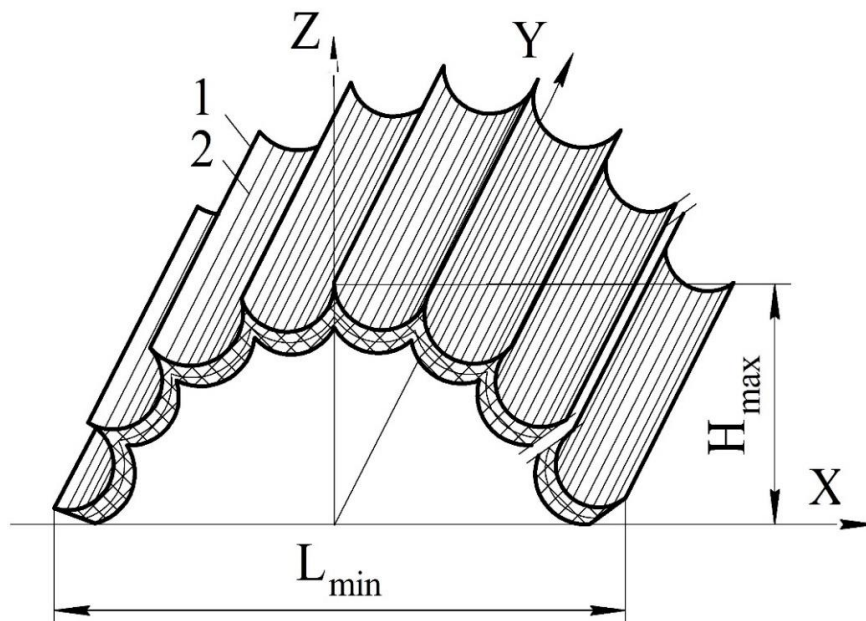


Рис. 3.4.1. Дискретне перегинання корінцевої клейової пластини

Перегинання пластини від початкової максимальної просторової довжини до мінімальної довжини підстави аркового склепіння фіксується розмірами умовного корінцевого шарніра блоку з визначальним розмірним показником шпації книжкової оправи, яка виготовлена для книжкового блоку [103, 54].

тотожнім – лише збільшиться кількість розглядуваних варіантів, що залежить від кількості сторінок у блоці [54].

В першу чергу, кутова деформація - деформація зсуву γ полімерної пластини виникає в результаті прикладених зусиль під час послідовно – впорядкованого перегортання зошитів. Тривалість дії, в результаті процесу втомного руйнування пластини в кожній позиції, позначеній на рис. 3.4.2,а, як точки а, b, с, о, d...i, залежить від часу знаходження кожної дискретної точки пластини в перегнутому стані під час читання, що формує різні,

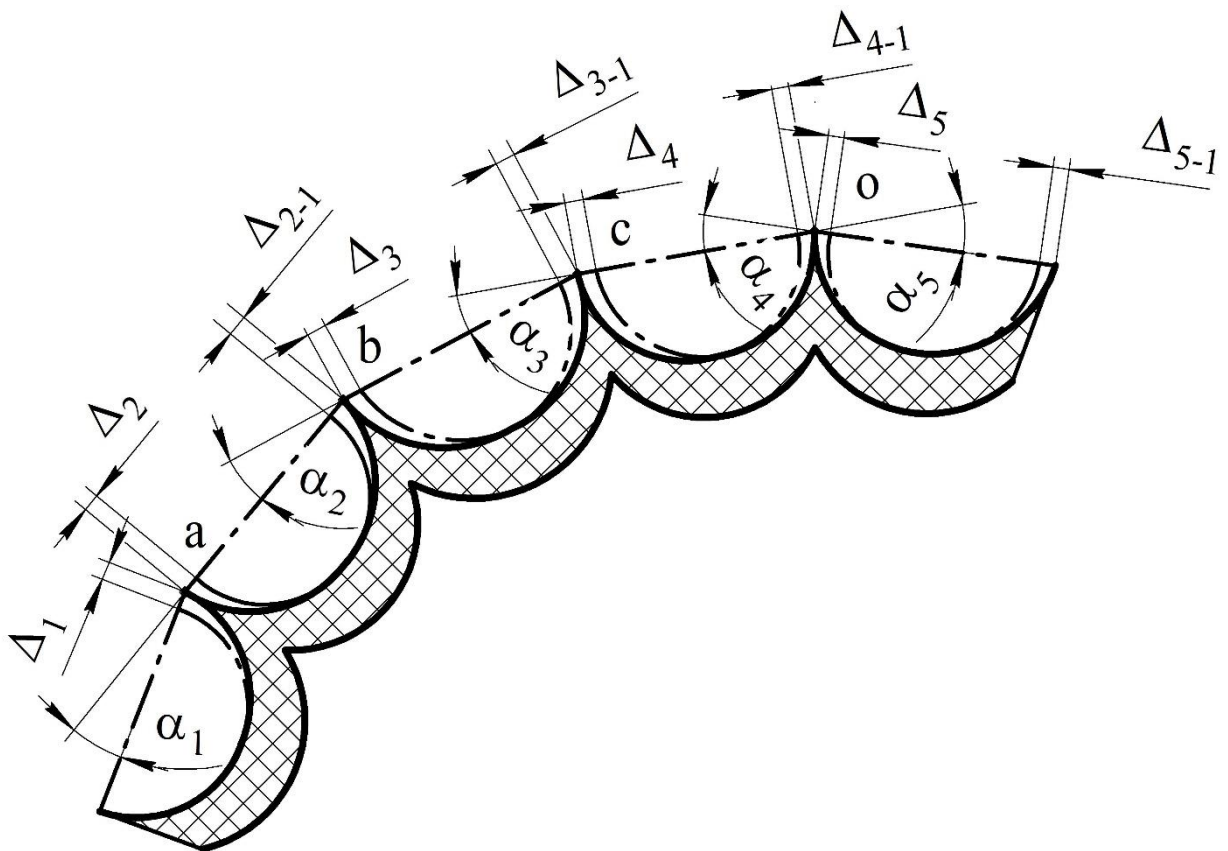


Рис. 3.4.3. Фрагмент клейової пластини з зонами розтягування і кутами дискретного перегинання

за чисельними показниками, руйнівні дефекти (рис. 3.4.3) [54] :

- при перегинанні полімерної пластини в точці а на кут α_1 при перегортанні 1-го зошита – час знаходження під дією експлуатаційних зусиль складе $t_1 = \tau_1$;

- при перегинанні полімерної пластини в точці b на кут α_2 при перегортанні 2-го зошита – час знаходження під дією експлуатаційних зусиль складе $t_1 + t_2 = \tau_2$;
- при перегинанні ... в точці c на кут α_3 при перегортанні 3-го зошита час ... складе $t_1 + t_2 + t_3 = \tau_3$;
- при перегинанні ... в точці o на кут α_4 при перегортанні 4-го зошита час ... складе $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \tau_4$;
- при перегинанні ... в точці i на кут α_i при перегортанні i -го зошита час ... складе $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_i = \tau_i$,

де $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = \dots = t_i$ при однаковому темпі читання і рівномірності перегортання зошитів;

і $t_1 \neq t_2 \neq t_3 \neq t_4 \neq \dots \neq t_i$ при нерівномірному перегортанні зошитів в стохастичній послідовності [54].

Отже, частково, деформацію γ кутового зсуву корінцевої клейової полімерної пластини в місцях експлуатаційних дискретних перегинань, можливо представити, як функцію від часу у вигляді [54]:

$$- \gamma_1 = f'(t_1) = f'(\tau_1); \quad \gamma_1 = f'(\tau_1); \quad (3.4.1)$$

$$- \gamma_2 = f'(t_1 + t_2) = f'(\tau_2); \quad \gamma_2 = f'(\tau_2); \quad (3.4.2)$$

$$- \gamma_3 = f'(t_1 + t_2 + t_3) = f'(\tau_3); \quad \gamma_3 = f'(\tau_3); \quad (3.4.3)$$

$$- \gamma_4 = f'(t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = f'(\tau_4); \quad \gamma_4 = f'(\tau_4); \quad (3.4.4)$$

$$- \gamma_i = f'(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_i) = f'(\tau_i); \quad \gamma_i = f'(\tau_i). \quad (3.4.5)$$

Відомо, що кутова деформація γ є границею зміни кута між двома довільно обраними відрізками в тілі при прикладенні навантаження, коли довжини цих відрізків прямують до нуля [76] і може бути записана у вигляді [54]:

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}; \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y}; \quad \gamma_{xz} = \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x}, \quad (3.4.6)$$

де \bar{u} – компоненти вектора переміщень для усіх точок тіла.

В процесі дискретних перегинань корінцевої клейової полімерної пластини (рис. 3.4.1) в околі точок $a, b, c, o, d, e, f \dots i$ (рис. 3. 4. 2, a), що

знаходяться на вершинах клиноподібних припливів клею, орієнтованих між зошитами послідовної нумерації, можливо спостерігати процес кутового зсуву пластини та зміни геометричних розмірів її напівкруглих ділянок, утворених півкруглими фальцами корінцевої частини зошитів [54]:

- перегинання пластини в околі точки а на кут α_1 призводить до деформації 1-ої ділянки й зміни її геометричних розмірів на Δ_1 ;

$$\gamma_{(\Delta_1)xy} = \frac{\partial U_{(\Delta_1)x}}{\partial y} + \frac{\partial U_{(\Delta_1)y}}{\partial x} \quad (3.4.7); \quad \gamma_{(\Delta_1)yz} = \frac{\partial U_{(\Delta_1)y}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_1)z}}{\partial y}; \quad (3.4.8)$$

$$\gamma_{(\Delta_1)xz} = \frac{\partial U_{(\Delta_1)x}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_1)z}}{\partial x}, \quad (3.4.9)$$

- перегинання пластини в околі точки б на кут α_2 призводить до деформації 2-ої ділянки і зміни її геометричних розмірів на $\Delta_2 + \Delta_{2+1}$;

$$\gamma_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})xy} = \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})x}}{\partial y} + \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})y}}{\partial x}; \quad (3.4.10)$$

$$\gamma_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})yz} = \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})y}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})z}}{\partial y}; \quad (3.4.11)$$

$$\gamma_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})xz} = \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})x}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_2+\Delta_{2+1})z}}{\partial x}, \quad (3.4.12)$$

- перегинання пластини в околі точки с на кут α_3 призводить до деформації 3-ої ділянки і зміни її геометричних розмірів на $\Delta_3 + \Delta_{3+1}$;

$$\gamma_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})xy} = \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})x}}{\partial y} + \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})y}}{\partial x}; \quad (3.4.13)$$

$$\gamma_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})yz} = \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})y}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})z}}{\partial y}; \quad (3.4.14)$$

$$\gamma_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})xz} = \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})x}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta_3+\Delta_{3+1})z}}{\partial x}, \quad (3.4.15)$$

- перегинання пластини в околі точки о на кут α_4 призводить до деформації 4-ої ділянки і зміни її геометричних розмірів на $\Delta_4 + \Delta_{4+1}$;

$$\gamma_{(\Delta_4+\Delta_{4+1})xy} = \frac{\partial U_{(\Delta_4+\Delta_{4+1})x}}{\partial y} + \frac{\partial U_{(\Delta_4+\Delta_{4+1})y}}{\partial x}; \quad (3.4.16)$$

$$\gamma_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))yz} = \frac{\partial U_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))y}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))z}}{\partial y}; \quad (3.4.17)$$

$$\gamma_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))xz} = \frac{\partial U_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))x}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta 4 + \Delta(4+1))z}}{\partial x}, \quad (3.4.18)$$

- перегинання пластини в околі точки і на кут α_i призводить до деформації і-ої ділянки і зміни її геометричних розмірів на Δ_i .

$$\gamma_{(\Delta i)xy} = \frac{\partial U_{(\Delta i)x}}{\partial y} + \frac{\partial U_{(\Delta i)y}}{\partial x}; \quad (3.4.20) \quad \gamma_{(\Delta i)yz} = \frac{\partial U_{(\Delta i)y}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta i)z}}{\partial y}; \quad (3.4.21)$$

$$\gamma_{(\Delta i)xz} = \frac{\partial U_{(\Delta i)x}}{\partial z} + \frac{\partial U_{(\Delta i)z}}{\partial x}. \quad (3.4.22)$$

Негативний вплив дискретних кутових перегинань корінцевих клейових полімерних пластин в будь-якій її частині та неоднорідність тривалості навантажень в процесі експлуатації книжкової продукції призводять до деформації, що сприяє пришвидшеному перетворенню процесів пружної деформації на залишкові процеси пластичної деформації [54].

Через застосування клейових композицій високої міцності та високої еластичності, у яких відсутній від'ємний вплив на жорсткість і стійкість до вигинання склеєної системи, недоліки кутового зсуву можливо звести до мінімуму. Що своєю чергою забезпечить подовжений експлуатаційний період та сприятливий конкурентоспроможний вигляд книжкової продукції [54].

3.5. Виявлення впливу товщини клейового шару на зміну дотичних кутів і кутів обхвату

Для світового книговидавництва характерний активний інноваційний пошук напрямків розвитку, який проявляється в асортиментних особливостях книжкової продукції в частині конструктивних, енергоощадних і ергономічних складових її виготовлення [180].

Одним із факторів, що впливають на тривалу експлуатацію книжкової продукції, є забезпечення надійного скріплення Ш-подібної корінцевої частини за допомогою стібків палітурних ниток і застосування клеїв, які разом забезпечують міцність скріплення і стійкість до пластичної деформації [180].

Однією з численних переваг клейового з'єднання є те, що воно відкриває нові можливості для з'єднання матеріалів з різними фізичними та геометричними характеристиками, не викликаючи змін в структурі цих матеріалів [151, 180].

Новітні процеси склеювання різних за походженням матеріалів містять ряд операцій, що забезпечують збірку клейового з'єднання відповідно до конструкції виробу, таких як попередня обробка поверхонь для склеювання, підготовка клею, регулювання положення і збірки конструктивних деталей, затвердіння клею [171, 180].

В переліку технологічних операцій [171] склеювання окремих матеріалів відсутній розгляд склеювання рухомих композитних структур, до яких відносяться Ш-подібні корінцеві частини книжкових блоків, зшитих нитками [180].

Це означає, що у дослідженнях клейових з'єднань матеріалів з різною геометрією і фізичними властивостями не визначено, як саме протікає процес склеювання профільних напівкруглих паперових деталей, якими є фальцьовані книжкові зошити, зшиті нитками з попереднім натягом [180].

Доцільність використання клейових адгезивних з'єднань, підтверджується покращенням механічної стійкості між конструктивними елементами напівфабрикатів різних виробів і дозволяють здійснювати склеювання з високим виходом і надійністю, яка забезпечує стійкість готових виробів під час тривалого зберігання [174, 180].

Слід зазначити, що за останні декілька років спостерігається значне скорочення тиражів книжкових видань і стрімке кількісне зростання їх найменувань. Обмежені тиражі книг, виготовлені способом цифрового друку, можуть налічувати всього декілька примірників. Відповідно, для обмежених тиражів, скріплених в корінцевій частині книги, відсутня можливість налаштування клейових апаратів на визначену товщину нанесення клею, яка на практиці налаштовується за допомогою використання значної кількості книжкових блоків, що відбраковуються [220, 180].

З практичної точки зору це викликає матеріальні ускладнення через перевитрати якісних напівфабрикатів, тому товщину клейового шару, для запобігання передчасного руйнування книжкових блоків та за відсутності існування допоміжних об'єктивних показників, налаштовують надмірну [180].

Перспективним напрямком досліджень можливого скорочення витрат клею є визначення показників міцності й достатності товщини клейових шарів, що наносяться циліндричним клейовим валом, без врахування округлої геометрії фальців зошитів, зшитих нитками в книжковий блок, а також нанесення клею профільним валом, геометрія якого наближена до Ш-подібної поверхні корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками [190, 180].

Висвітлення отриманих даних щодо інтенсивності руйнування корінців книжкових блоків, скріплених незшивним клейовим способом, дозволяють виявити фактори впливу які відображають фізико-механічні властивості й структуру контактувальних матеріалів. При цьому враховується дискретність та імпульсний характер зовнішньої сили, прикладеної читачем для розкривання книги, наявність деформацій, зміни геометрії корінця і його структури. Тому є підстави вважати, що причиною руйнування корінця книжкового блоку скріпленого незшивним клейовим способом може бути концентрація напружень клейового з'єднання, яка спостерігається по краях клейового шва [19, 180].

Це, можливо, є наслідком різниці в деформаціях клейової плівки і паперу, значення їх модулів пружності, а також фізико-механічних властивостей клейових композицій. Однак для підтвердження цих припущень не проведено достатньою мірою практичні випробування.

Висвітлені фактори досліджень корінців книжкових блоків, скріплених незшивним клейовим способом, не ототожнювалися, через можливі перевідні коефіцієнти, або інші оптимально наближені показники, з експлуатаційними властивостями корінців книжкових блоків, зшитих нитками й окантованих клейовими композиціями [180].

На прикладі незшивного клейового скріплення показано, що отримання довірчих числових показників деформації клейового шару корінця блоку, а також визначення залежності між періодом дії і напруженнями, що виникають при перегинаннях корінця блоку, повинні відповідати умовам проведення експериментів. Слід зазначити, що мають бути враховані, як початкові чинники, експлуатаційні особливості використання книжкової продукції та розрахована однакова товщина нанесення клейової композиції на корінець книжкового блоку, що знаходиться в статичному стані до початку розкривання [188, 180].

Розглянуті явища напружено-деформованого стану вузького фрагмента плоского корінцевого клейового шару з товщиною, визначеною структурною побудовою відібраного для експерименту книжкового блоку. Досліджуваний фрагмент виокремлений із загального масиву з'єднувальної клейової плівки, й розташований в дотичній зоні двох суміжних фрагментів аркушів паперу. Завдяки встановленню аналітичних залежностей деформування корінцевої клейової плівки досліджений вплив технологічних факторів на міцність незшивного клейового скріплення книжкових блоків [207, 180].

Це означає, що врахування даного фактору відкриває можливість для регулювання товщини клейового шару корінцевої частини книжкового блоку, скріпленого, як незшивним клейовим способом (НКС), безпосередньо в умовах тиражного виготовлення книжкової продукції, так і для Ш-подібних корінців книжкових блоків зшитих нитками [180].

Для розширення напрямків проведення досліджень експлуатаційної деформації книжкових корінцевих клейових пластин клейовий шар, з незначною часткою корінцевих фальців книжкового блоку, відокремлений на паперорізальній машині. Змодельовані умови, за яких краї клейового шару книжкового блоку, скріпленого незшивним клейовим способом, затиснуті й повертаються на заданий кут, при розкриванні книги [208, 180].

Розкривання здійснюється по лінії, що знаходиться між двома аркушами паперу, позиційно, в будь-якому місці книжкового блоку. З відомим

наближенням, реакція клейового шару на перегинання може бути прийнята пропорційною пружному прогину виокремленої ділянки. Проведені дослідження дозволили вивчити характер змін напружено-деформованого стану плоскої корінцевої клейової пластини незшивного клейового з'єднання аркушів книжкового блоку при розкриванні книги [180].

Однак неможливо не помітити, що результати наведених досліджень стосовно зміни напружено-деформованого стану корінцевих клейових пластин враховують скріплення книжкових блоків лише незшивним клейовим способом. Такому скріпленню підлягає блок, який складається з окремих аркушів, після обрізування корінцевої частини, а не блок з окремих фальцьованих зошитів [180].

В обрізаній корінцевій частині формуються дискретні заглиблення, для збільшення площі поверхні склеювання. І після нанесення клею деяка частина корінця блоку, поаркушно, як армування, інтегрується в товщу клею, утворюючи в зоні склеювання суцільне композитне середовище підвищеної жорсткості. Для нього формуються йому притаманні, при розкриванні блоку, явища пружної деформації, які не піддаються прямому копіюванню на процеси деформації Ш-подібної клейової пластини [180].

Формування композитної структури Ш-подібної корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками має свої особливості створення, до яких, в першу чергу, відносяться інтегрування в поверхневу частину з'єднувального корінцевого клейового шару швацьких стібків ниток і площинне приєднання окантовувальної стрічки. Це означає, що не визначено, як саме формуються етапи пружно-деформованого стану Ш-подібного клейового шару і які чинники впливають на його трансформацію, що потребує продовження ґрунтовних досліджень у цьому напрямку [180].

Окремий підхід до модифікації доданої міцності клейового шару книжкових блоків, скріплених незшивним клейовим способом (НКС), для підвищення конструктивної та експлуатаційної міцності й забезпечення максимального кута розкривання блоків передбачає технологічні варіанти

приклеювання окантовувально-капталної тасьми до поверхні корінцевої частини [74, 180]. Встановлені закономірності впливу фізико-механічних властивостей окантовувальних матеріалів на міцність видань НКС [208].

Разом з тим не досліджувалось профільне нанесення клею на корінець блоку, тому при розрахунку товщини клейового шару кути обхвату були враховані такі, які обмежують зони тільки напівкруглих ділянок, дотичних до фальців зошитів, без врахування клиноподібних ділянок між зошитового простору. А також не досліджено вплив підвищення концентрації клейової композиції, за однакової товщини клейового шару, на явища пружно-пластичної деформації клейової пластини при перегинаннях [180].

Наведені дослідження стосуються явищ склеювання поверхонь різних матеріалів, концентрації та модифікації клейових композицій, експлуатаційного руйнування плоских клейових шарів в книжкових блоках скріплених незшивним клейовим способом [180].

Це дозволяє стверджувати, що проблеми руйнування Ш-подібних корінців книжкових блоків, зшитих нитками, які відображають фізико-механічні властивості контактувальних матеріалів, можуть бути вирішені шляхом виявлення впливу зміни товщини клейового шару на зміну кутів обхвату і дотичних кутів. Тому є підстави вважати, що недостатня визначеність та незначна кількість підтверджених практичних результатів досліджень явищ пружно-деформованого стану книжкових Ш-подібних корінцевих з'єднань, які розглядалися в обмеженому обсязі, обумовлюють необхідність проведення досліджень в цьому напрямку [180].

Для дослідження впливу товщини клейового шару на умови перегинання полімерної пластини і появи руйнівних дефектів при розкриванні книги, розглянемо рис. 3.5.1,а на якому зображений Ш-подібний фрагмент корінцевої частини книжкового блоку, з позначеннями: F – виокремлена корінцева частина фальцьованих зошитів, 1 – перший одинарний шар клею, товщина якого позначена t мм. Центральна ділянка цього фрагменту, окреслена січними лініями xx_1 і yy_1 , збільшена і представлена на рис. 3.5.1,б. Окрім початкового

шару клею, товщиною t_1 , додатково нанесені наступні декілька шарів клею t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , які послідовно збільшуються від початкового розміру $t=0,50$ мм на однакову величину $\Delta_{gl}=0,10$ мм [180].

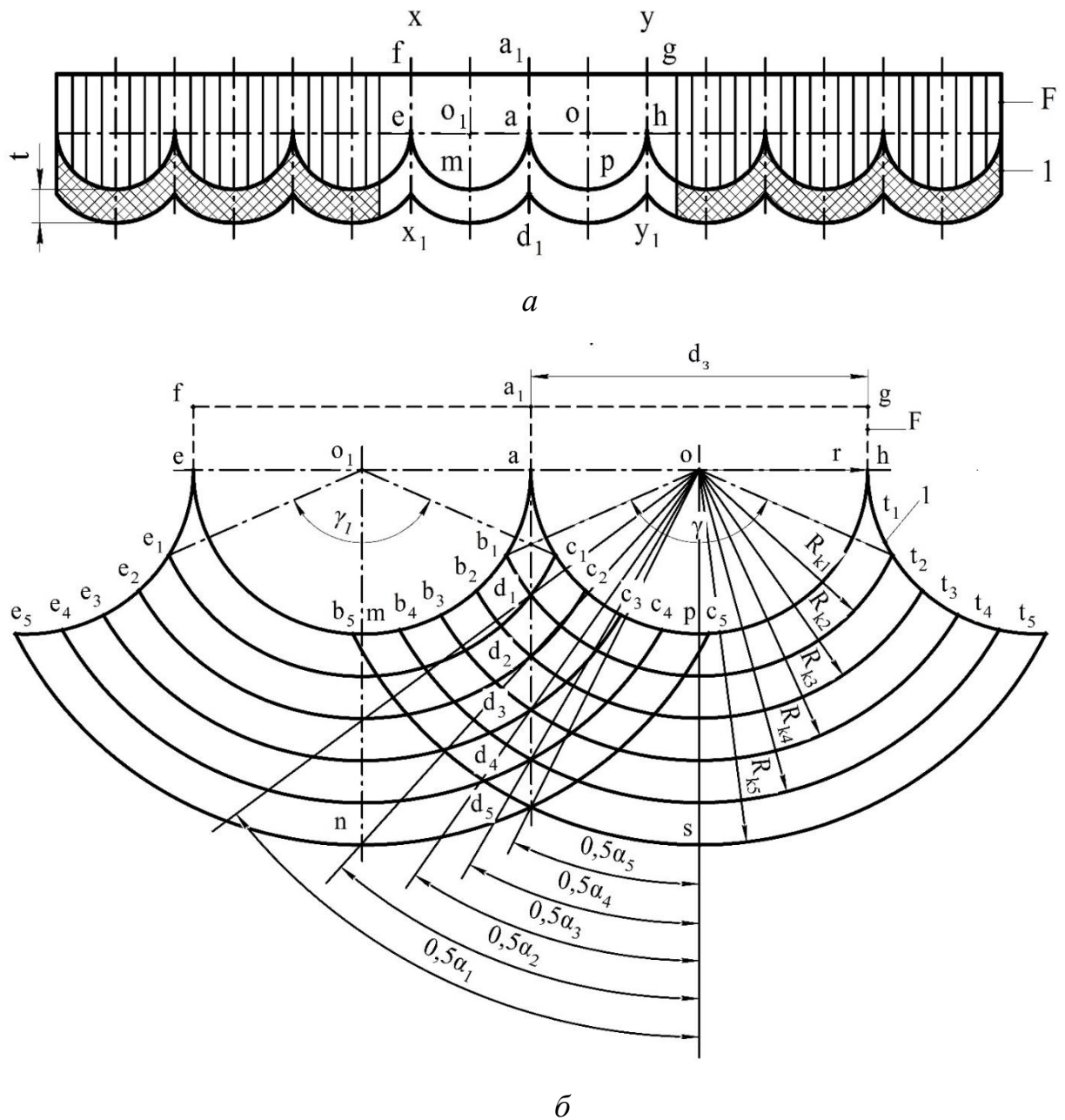


Рис. 3.5.1. Графічні залежності зміни кутів обхвату клейового шару від зміни його товщини: *a* – фрагмент експериментальної корінцевої частини книжкового блоку; *б* – кути обхвату клейового шару з дискретною зміною товщини; *F* – виокремлена корінцева частина фальцьованих зошитів; *1* – перший одинарний шар клею; 2, 3, 4, 5 – послідовно збільшені шари клею на $\Delta_{gl}=0,10$ мм.

Профільному нанесенню клею для кожного шару відповідають радіуси утворених секторів $R_{k1}, R_{k2}, R_{k3}, R_{k4}, R_{k5}$. При виконанні експериментальних вимірювань враховувалися 10 операцій профільного послідовного нанесення додаткових шарів клею, товщина яких і кутові показники занесені в табл. 3.5.1 [180].

На рис. 3.5.1,б зображено два півкруглих корінцевих фальців книжкових зошитів, позначених опорними крапками, як ділянки $a_1 a p h g$ та $f e m a a_1$. При нанесенні першого шару клею, окремо на ці ділянки, або на першу, або на другу, з вигнутої сторони, природний кут обхвату клейовою композицією півкруглої частини фальца книжкового зошита відповідає ділянкам, позначеним, як $a b_1 h_1 h$, або $e e_1 c_1 a$ [180].

Цим ділянкам відповідають природні кути обхвату γ і γ_1 . Але при суцільному профільному нанесенні клею на всю поверхню Ш-подібної корінцевої частини книжкового блоку змінюється однорідність клейового шару в зонах, що мають форму дельтоїда з увігнутими сторонами, позначених, як $a b_1 d_1 c_1, a b_2 d_2 c_2, a b_3 d_3 c_3, a b_4 d_4 c_4, a b_5 d_5 c_5$ [180].

Тому, для проведення експериментів і отримання довірчих показників впливу зміни кутів обхвату на зміну дотичних кутів зовнішньої частини клейового шару, доцільно прийняти умову вимірювання кутів в координатах на межі утворення дельтоподібних зон між зошитових ділянок [180].

Формування кутів обхвату фальців книжкових зошитів для фіксованих шарів клею, за товщиною, що зростає здійснюється на перетині ділянок $b_1 d_1$ і $c_1 d_1$ від центра півкруглої частини фальца, позначеного крапкою o , – одна сторона кута. Інша сторона кута формується по прямій лінії os , що ділить кут обхвату навпіл. Такі вимірювання кутів обхвату здійснювалися послідовно від центру o до вершин дельтоїдів d_2, d_3, d_4, d_5 , позначених на рис. 3.5.1,б, і далі до вершин $d_6 \dots d_{10}$, не позначених на рис. 3.5.1,б, через можливе перевантаження великою кількістю графічних елементів, але показники яких відображені в табл. 3.5. 1. Експериментальні вимірювання кутів обхвату і дотичних кутів здійснено на клейових шарах, нанесених експериментальним профільним

валом на корінцеву частину фальців зошитів, зшитих нитками у книжковий блок. Виготовлено збільшене креслення, на якому виконано заміри для 10 розмірних кутових параметрів, показники яких показані в табл. 3.5.1 [180].

Відповідно, прийняті для моделювання і вимірювання кути обхвату, позначені, як кути $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \dots, \alpha_{10}$ (рис. 3.5.1, б) для зростаючих розмірів клейового шару. Для зручності проведення експериментальних замірів фіксувалась лише розмірна половина кутів обхвату: кути $0,5\alpha_1 \dots 0,5\alpha_5 \dots 0,5\alpha_{10}$, а отримані показники, перед занесенням в Таблицю 1, подвоювалися [180].

На рис. 3.5.2 зображено частину корінцевого фрагмента із рис. 3.5.1, б, середню дельтоподібну ділянку якого виокремлено по лініях mn і ps . Вимірювання дотичних кутів зовнішньої частини клейового шару $\varphi_1 \dots \varphi_5$ (рис. 3.5.2) і $\varphi_6 \dots \varphi_{10}$, (внесених до табл. 3.5.1 і не показаних на рис. 3.5.2), здійснено в зонах позначених крапками $d_1 \dots d_5$ і $d_6 \dots d_{10}$, як і у випадку із вимірюванням кутів обхвату, в місцях стикування зовнішньої частини Ш-подібного клейового шару в між зошитовим просторі [180].

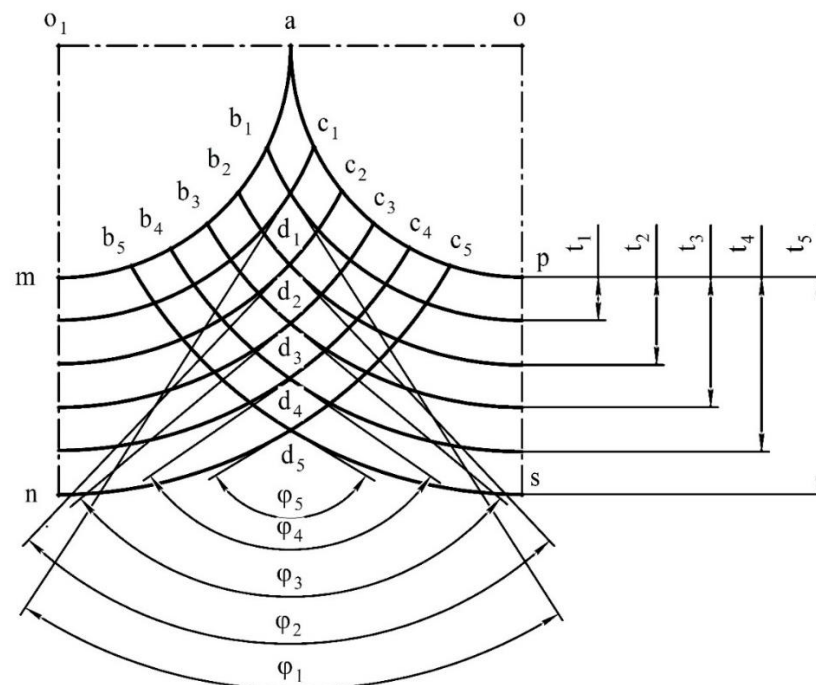


Рис. 3.5.2. Графічні залежності зміни дотичних кутів клейових шарів зі зміною товщини

На рис. 3.5.1, б не складно помітити, що зі зростанням товщини шару клею

від початкового, товщиною $t_1=0,50$ мм, до дискретно збільшеного на $10 \cdot \Delta_{gl}$ ($\Delta_{gl}=0,10$ мм) товщиною $t_{10}=1,40$ мм (проміжна товщина $t_5=0,90$ мм), кут обхвату α_i змінюється в меншу сторону, від максимального, із проведених вимірювань, у $115^0 10'$, до мінімального у $41^0 22'$ (табл. 3.5.1). В той же час, дотичні кути φ_i змінюються навпаки, від мінімального у $64^0 57'$ до максимального у $138^0 38'$ (рис. 3.5.2) [180].

$$\text{Для загального випадку:} \quad \alpha_i, \varphi_i = f(t_i), \quad (3.5.1)$$

де α_i – кут обхвату, φ_i – дотичний кут, t_i – товщина клейового шару.

Наближено рівними кутами кут обхвату $\alpha_2=93^0 3'$ і дотичний кут $\varphi_2=85^0 51'$ фіксуються при товщині клейового шару $t=0,60$ мм (табл. 3.5.1). Збіг кутів можливий в межах товщини клейового шару $0,60-0,70$ мм [180].

Розмірні зміни кутів обхвату (зменшення кутових показників) і дотичних кутів (збільшення кутових показників), отримані у процесі експериментальних вимірювань [165], занесено в табл. 3.5.1 і відтворені на Діаграмі 1 (рис. 3.5.3) [180].

Таблиця 3.5.1. Розмірні показники зміни кутів обхвату α_i й дотичних кутів φ_i зі зміною товщини клейового шару t_i .

№ клейового шару	Товщина клейового шару, t_i	Кути обхвату, α_i	Кути дотичні, φ_i
1	$t_1 = 0,50$ мм	$\alpha_1 = 115^0 10'$	$\varphi_1 = 64^0 57'$
2	$t_2 = 0,60$ мм	$\alpha_2 = 93^0 3'$	$\varphi_2 = 85^0 51'$
3	$t_3 = 0,70$ мм	$\alpha_3 = 79^0 34'$	$\varphi_3 = 100^0 20'$
4	$t_4 = 0,80$ мм	$\alpha_4 = 69^0 32'$	$\varphi_4 = 110^0 43'$
5	$t_5 = 0,90$ мм	$\alpha_5 = 62^0 6'$	$\varphi_5 = 117^0 51'$
6	$t_6 = 1,00$ мм	$\alpha_6 = 56^0 28'$	$\varphi_6 = 123^0 26'$
7	$t_7 = 1,10$ мм	$\alpha_7 = 51^0 48'$	$\varphi_7 = 128^0 13'$
8	$t_8 = 1,20$ мм	$\alpha_8 = 47^0 34'$	$\varphi_8 = 132^0 15'$
9	$t_9 = 1,30$ мм	$\alpha_9 = 44^0 30'$	$\varphi_9 = 135^0 40'$
10	$t_{10} = 1,40$ мм	$\alpha_{10} = 41^0 22'$	$\varphi_{10} = 138^0 38'$

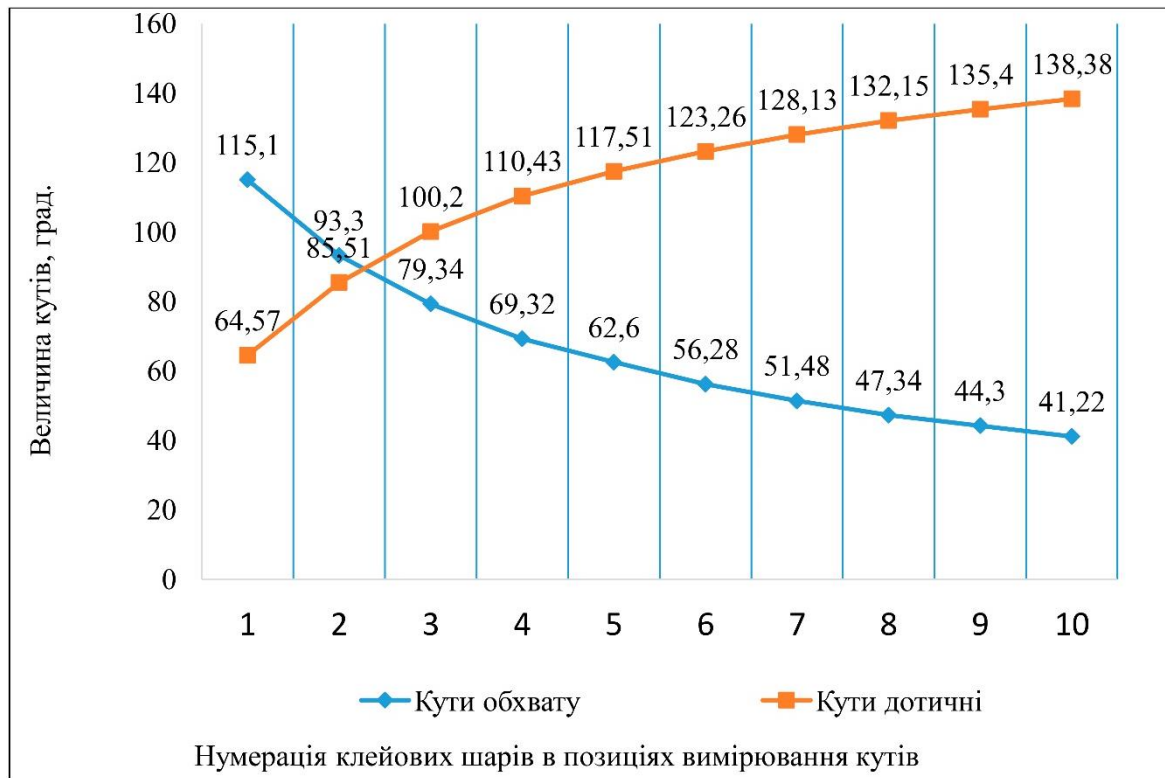


Рис. 3.5.3. Діаграма зміни показників кутів обхвату і дотичних кутів в процесі зміни товщини клейового шару

Позначимо діагоналі дельтоїдів, відтворених на рис. 3.5.1, б, як $ad_1=D_1$, $d_1d_2=D_2$, $d_2d_3=D_3$, $d_3d_4=D_4$, $d_4d_5=D_5$ і не відтворених на рис. 3.5.1, б, але присутніх у вимірах, занесених в табл. 1, як $d_5d_6=D_6, \dots, d_9d_{10}=D_{10}$ а, також, можливі ділянки $d_id_j=D_{ij}$ для t_{ij} шару клею [180].

Виходячи із геометрії сходження клейових шарів, що окантовують фальці півкруглої частини кожного із зошитів, зшитих нитками в книжковий блок, послідовне збільшення товщини нанесення клею впливає на збільшення дотичних кутів зовнішньої частини клейового шару, а також на послідовність перетворення Ш-подібної форми пластини в площину [180].

Сходження двох частин першого шару клею (рис. 3.5.1, б) товщиною t_1 по лінії ad_5 у між зошитовим просторі з центрами фальців o_1 і o , формує дельтоїд $ab_1d_1c_1$ з діагоналлю D_1 , що за лінійними розмірами значно більша товщина клейового шару t_1 , відповідно $D_1 \neq t_1$ і $D_1 > t_1$. [180].

З дискретним збільшенням товщини клейового шару на однакову

величину збільшуються дотичні кути зовнішньої частини Ш-подібної поверхні і зменшуються за лінійними розмірами ділянки $D_1 \dots D_{10} \dots D_{ij}$ за таких умов:

$$D_1 > D_2 > D_3 > D_4 > D_5 > D_6 > \dots > D_{10} > D_{ij} \approx t_{ij} \quad (3.5.2)$$

І у випадку наближення дотичного кута до 180° виникає умова, що $D_{ij} = t_{ij}$, а профільна Ш-подібна форма зовнішньої частини клейового шару перетворюється, через поступове випрямлення, у площину [180].

Для визначення впливу зміни товщини клейового шару на кути обхвату і дотичні кути, а також зміни прикладених зусиль розкривання книжкового блоку, побудовано розрахункову схему (рис. 3.5.4) визначення моментів сили прикладених в дискретних місцях перегинань пластин товщиною t мм і $t + \Delta_{gl}$ мм [180].

Моделювання перегинань пластини товщиною t мм здійснено в точці c . Для експериментальних зображень, момент сили, завдяки якому відбувається перегинання в цій точці, прикладено в точці a_1 , яка позиціюється в місці розкривання блоку посередині зошита, в зоні обмеженій кутом обхвату.

Наступна орієнтація місця прикладання моменту сили знаходиться в точці a_2 , яка позиціюється в місці розкривання блоку між зошитами, де утворено дельтоподібні клейові припливи (рис. 3.5.4,а) [180].

В таких же самих точках a_{i1} і a_{i2} виконане моделювання перегинань, що здійснюється в точці c_i , для пластини товщиною $t + \Delta_{gl}$ (рис. 3.5.4,б) [180].

Частина книжкового блоку, яка лишається нерухомою під час його відкривання в точці c , позначено як таку, у якій контакт із фіксувальною площиною відбувається в точках c , m , n , p , s , в силу конструктивних особливостей Ш-подібної поверхні корінцевих фальців [180]. Статичні зусилля, що утримують цю частину блоку в нерухомому стані позначено як $\overrightarrow{P_{st1}}, \overrightarrow{P_{st2}}, \dots, \overrightarrow{P_{st5}}$ (рис. 3.5.4,а) [180].

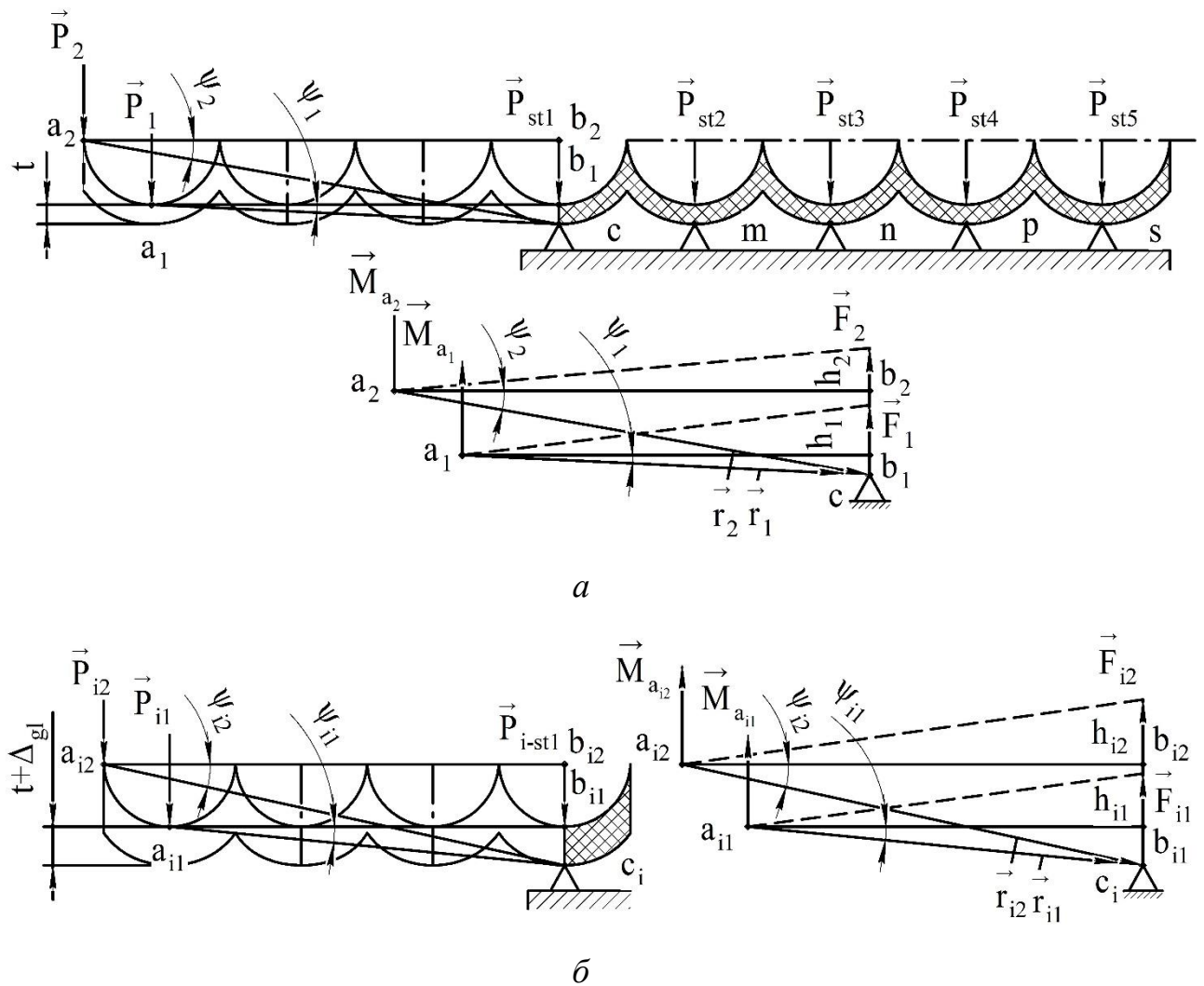


Рис. 3.5.4. Просторова система сил прикладених до корінцевої частини книжкового блоку в процесі розкривання блоку, *а* – розрахункова схема для клейового шару товщиною t мм; *б* – трикутники деформації для клейового шару товщиною t мм; *в* – розрахункова схема для клейового шару товщиною $t + \Delta g_l$ мм; *г* – трикутники деформації для клейового шару товщиною $t + \Delta g_l$ мм.

У першому випадку для перегинання клейової пластини в точці c прикладено силу \vec{P}_1 , яка перевищує пружні властивості, властивості міцності й жорсткості пластини. В точці a_1 утворюється початковий трикутник деформації, позначений точками a_1b_1c , початок руху вершини якого в точці a_1 призводить до початку розтягування пластини в точці b_1 [180].

На рис. 3.5.4,*а* зображено епюру моменту сили відносно точки a_1 на якій векторною прямою a_1c позначено радіус-вектор \vec{r}_1 , прямою a_1b_1 – плече сили

h_1 і в точці с вектор \vec{F}_1 . Момент сили \vec{F}_1 відносно точки a_1 [180]:

$$\overrightarrow{M_{a_1}(\vec{F}_1)} = \vec{r}_1 \cdot \vec{F}_1, \quad (3.5.3)$$

відповідно, модуль сили \vec{F}_1 :

$$M_{a_1}(\vec{F}_1) = r_1 \cdot F_1 \cdot \sin \psi_1, \quad (3.5.4)$$

враховуючи плече сили h_1 :

$$M_{a_1}(\vec{F}_1) = h_1 \cdot F_1. \quad (3.5.5)$$

На рис. 3.5.4,б зображено епюру моменту сили відносно точки a_{i1} для клейового шару товщиною $t + \Delta_{gl}$ мм. При збереженні усіх показників розглянутих на епюрі (рис. 3.5.4, а) відмінним чинником є збільшення кута, який позначено, як кут ψ_{ij} між радіусом-вектором \vec{r}_{i1} і плечем сили h_{ij} , відповідно, модуль сили \vec{F}_{i1} [180]

$$M_{a_{i1}}(\vec{F}_{i1}) = r_{i1} \cdot F_{i1} \cdot \sin \psi_{i1}, \quad (3.5.6)$$

за умови $h_1 = h_{i1}$.

Збільшення кута ψ_{ij} стосовно кута ψ_1 ($\psi_{ij} > \psi_1$), відповідно, і показника $\sin \psi_{ij}$ стосовно $\sin \psi_1$ ($\sin \psi_{ij} > \sin \psi_1$), збільшує розрахунковий показник моменту сили, який необхідно прикласти для перегинання Ш-подібної клейової пластини з товщиною $t + \Delta_{gl}$ мм [180].

В моменти докладання зусиль в точці a_2 (рис. 3.5.4,а) і в точці a_{i2} (рис. 3.5.4,б), що розташовані на вершині гострої частини клейових шарів, товщиною t мм і $t + \Delta_{gl}$ мм, в між зошитовим просторі, та за умови, що $h_2 = h_{i2}$, моменти сили розраховуються, як вищенаведені [180]:

$$\overrightarrow{M_{a_2}(\vec{F}_2)} = \vec{r}_2 \cdot \vec{F}_2, \quad (3.5.7)$$

$$\overrightarrow{M_{a_{i2}}(\vec{F}_{i2})} = \vec{r}_{i2} \cdot \vec{F}_{i2}, \quad (3.5.8)$$

а їх модулі сили:

$$M_{a_2}(\vec{F}_2) = r_2 \cdot F_2 \cdot \sin \psi_2, \quad (3.5.9)$$

$$M_{a_{i2}}(\vec{F}_{i2}) = r_{i2} \cdot F_{i2} \cdot \sin \psi_{i2}. \quad (3.5.10)$$

враховуючи плече сили h_2 :

$$M_{a_2}(\vec{F}_2) = h_2 \cdot F_2, \quad (3.5.11)$$

$$M_{a_{i2}}(\vec{F}_{i2}) = h_{i2} \cdot F_{i2}. \quad (3.5.12)$$

Порівнюючи показники моменту сили в різних точках її прикладання, під час розкривання книжкових блоків, спостерігаємо розмірну відмінність викликану, в першу чергу, змінами гострих кутів в умовних прямокутних трикутниках деформації [180].

Трикутники деформації вибудовані на перерізах клейових пластин, у яких протилежною стороною до означених гострих кутів є протилежний катет, розмірна довжина якого залежить від зміни товщини клейового шару [180].

Позиціонування зони перегинань клейової пластини в межах півкруглої частини кожного зошита і між зошитовим просторі, пропорційно впливає на моменти сили, як контурної складової трикутників деформації a_1b_1c , a_2b_2c , $a_{i1}b_{i1}c_i$ та $a_{i2}b_{i2}c_i$. Найбільші зусилля для перегинання клейової пластини буде прикладено на вершині дельтоїдів, через додаткову товщину у порівнянні із півкруглими ділянками [180].

Для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, зшитих нитками, на сучасній книжковій лінії «Kolbus BF-512» (Німеччина), в клейовій секції «Kolbus KM-600» здійснюється не профільне, а пряме нанесення клею. Передбачені нормативи витрат клею, для таких клейових секцій, (термоклей ВАН 1078, Великобританія) на 1000 примірників у кількості 780 г/ м² площі корінцевої частини книжкових блоків [180].

Для визначення можливостей мінімізації витрат клею проведено експериментальні дослідження за умовами, що забезпечують нанесення розрахункового профільного Ш-подібного клейового шару. Дослідження проводилися під час виготовлення тиражної продукції, тиражами більше 1 тис. примірників, на етапі технологічного окантовування в клейовій секції «Kolbus KM-600» книжкової лінії «Kolbus BF-512» [180].

З тиражної продукції стохастичним методом відібрано зразки для проведення Flex Test на аналітичному приладі фірми «Zigloh» (рис. 3.5.5), з метою визначення міцності й довговічності клейового корінцевого з'єднання. Відібрані зразки тиражної продукції, з нанесеним розрахунковим профільним шаром клею, пройшли випробування Flex Test з показниками міцності, що

відповідають нормативному нанесенню клею на корінець блоку, зшитого нитками [180].

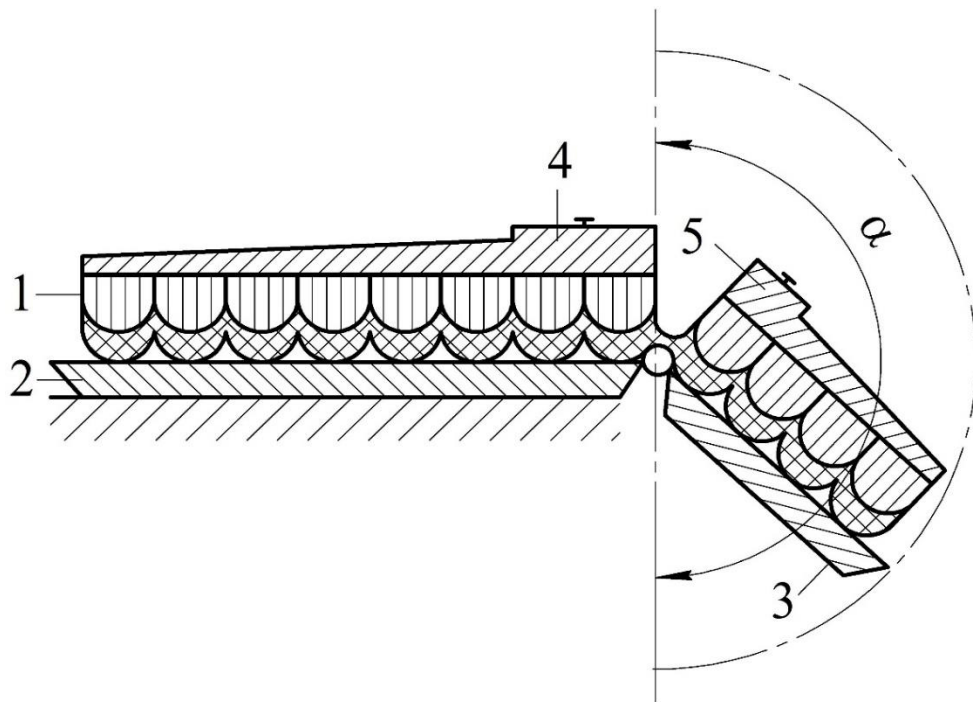


Рис. 3.5.5. Аналітичний прилад фірми «Zigloh» для проведення Flex Test, 1 – фрагмент корінцевої частини книжкового блоку; 2 – нерухома плита; 3 – рухома плита; 4, 5 – притискні плити; α – кут циклічних перегинань.

Випробування міцності клейового з'єднання корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками полягає у тривалих циклічних перегинаннях частини корінця блоку на між зошитовій ділянці, під час яких рухома і нерухома частина корінця затиснуті притискними плитами.

Кут перегинання α не перевищує 120° , а також відсутній будь-який натяг рухомої частини корінця блоку для пришвидшення його руйнування. Створення попереднього натягу сприяє отриманню значних помилок в результатах випробувань, що унеможливорює формалізацію стабільних і довірчих показників. Отримані середні експериментальні показники розрахункової кількості термоклею, що був нанесений профільним клейовим валом на корінцеву частину книжкового блоку і нормативні показники, для найбільш поширених форматів книжкових блоків, попередньо відібраних для дослідження, відтворено в табл. 3.5.2 [180].

Таблиця 3.5.2. Нормативні та експериментальні показники витрат термклею для окантовування Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків

Товщина корінця книжкового блоку, мм/кількість зошитів	Формат і довжина корінця блоку									
	84×108/32		84×108/16		60×84/8		60×90/16		70×100/16	
	60×84/16 210 мм		270 мм		300 мм		225 мм		250	
	Витрати термклею на 1000 книг, г									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
38,08 /7	6240	5621	8019	7246	8911	7986	6812	6152	7425	6657
43,52/8	7129	6403	9165	8271	10184	9221	7617	6841	8479	7732
48,96/9	8019	7186	10312	9257	11457	10297	8593	7767	9548	8548
54,40/10	8911	7977	11457	10265	12730	11453	9548	8536	10609	9503
59,84/11	9802	8815	12603	11349	14003	12575	10502	9425	11669	10451
62,88/12	10299	9252	13242	11878	14714	13232	11035	9903	11709	10537

Примітки: 1 – нормативні показники витрат термклею; 2 – розрахункові показники витрат термклею, впроваджені у виробництво.

За отриманими результатами тиражних випробувань, кількість профільного Ш-подібного нанесеного клею, з розрахунку на 1 тис. примірників, складає 700 г/м² площі корінцевої частини книжкових блоків. Це відповідає 10-11 % економії клейової композиції, в порівнянні з нормативними показниками (780 г/м²), які в поточний період застосовуються у книжковому виробництві при звичайному не профільному Ш-подібному нанесенні клею [180].

Отримані експериментальні розрахункові показники витрат клею (700 г/м²), наведені в табл. 3.5.2, зумовлені технічними й технологічними умовами виробництва й експлуатаційною стійкістю клейової пластини. Розрахункові показники витрат клею можуть бути спрямовані для застосування не тільки у відібраних книжкових блоках, з фіксованою товщиною, а також з іншою можливою товщиною блоків. Результати проведених досліджень впроваджені у найбільшому книжковому підприємстві України – Державному видавництві «Преса України» [180].

3.6. Визначення міцності скріплення книжкових блоків різної товщини

При збереженні геометричних розмірів і товщини зошитів в книжкових блоках, зі зміною видів паперу в зошитах, змінюється їх вагова маса, пластичність на відхилення, що призводить до збільшення, або зменшення природних кутів розкривання блоків [180].

Змінюються умови експлуатаційних навантажень на корінцеву частину книжкового блоку, які визначають умови диференційованого підходу до розрахунку товщини клейового шару [207, 180].

З однієї сторони, мінімальна і достатня товщина клейового шару забезпечує добру розкриваність книжкового блоку, яка не потребує докладання значних зусиль, з іншої сторони, експлуатаційний період використання такого книжкового блоку знаходиться на межі гарантованого терміну [180].

Значною і необхідною умовою, на перший погляд, забезпечення надійного окантовування клейовою композицією Ш-подібного корінця книжкового блоку, зшитого нитками, є збільшення товщини клейового шару, для подальшого тривалого використання книги [180].

Але збільшення товщини клейового шару має співвідноситися з його показниками міцності й стійкості, які забезпечують тривале експлуатаційне використання книжкового блоку, що значно перевищує гарантійний термін [180].

А також має співвідноситися з показниками економічної доцільності додаткових витрат клею на одиницю готової продукції, які забезпечують необхідну і достатню його кількість при окантовуванні корінця книжкового блоку [180].

Перехід через оптимальну межу збільшення товщини клейового шару сприяє пришвидшеній руйнації ввігнутої сторони полімерної пластини, яка тривалий час розтягується з додатковими максимальними навантаженнями при розкриванні книги [180].

На рис. 3.6.1-3.6.4 графічно зображено етапи впливу товщини Ш-подібного клейового шару на пружно-пластичну деформацію корінцевих частин книжкових блоків, зшитих нитками, на прикладі двох корінцевих клейових пластин. Пластини утворено при окантуванні двох однакових книжкових блоків: в однієї – шар клею відповідає розміру t мм, а у другої – шар клею збільшений і відповідає розміру $t + \Delta_{gl}$ мм [180].

На рис. 3.6.1 позначено поперечний переріз Ш-подібних шарів полімерного клею, за допомогою яких здійснюється окантовування книжкових блоків, зшитих нитками; книжкові блоки закриті, знаходяться в статичному стані, сторінки не перегортаються [180];

На рис. 3.6.2 позначено переріз клейового шару на початку перегортання сторінок книжкових блоків та поступове згинання корінцевих полімерних пластин, утворення напружених зон під дією сил розтягування та стискання [180];

На рис. 3.6.3. позначено збільшені фрагменти клейових шарів, що зображують зони розтягування та стискання клиноподібної дельтоподібної частини на момент розкривання книжкового блоку [180];

На рис. 3.6.4 позначено збільшені, виокремлені із фрагментів клейових шарів, графічні площі розтягування і стискання центральної частини клиноподібних дельтоподібних ділянок, векторні групи зусиль розтягування та стискання [180].

На рис. 3.6.1 відтворено фрагменти перерізів окантовувальних клейових полімерних пластин, двох однакових книжкових блоків, із різною товщиною клею в t і $t + \Delta_{gl}$ мм, в положенні, що відповідає закритій книзі, до моменту початку розкривання блоку [180].

Клейові пластини мають правильний лінійний характер розташування у книжковому блоці з прямим корінцем, структура якого, на відміну від округленого, вибрана для наочності моделювання перегинань і спостереження навантажень, що виникають [180].

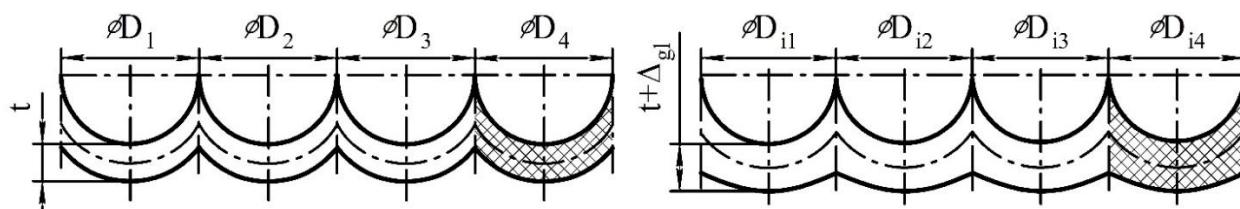


Рис. 3.6.1. Перерізи фрагментів клейових пластин товщиною t і $t + \Delta_{gl}$ мм;

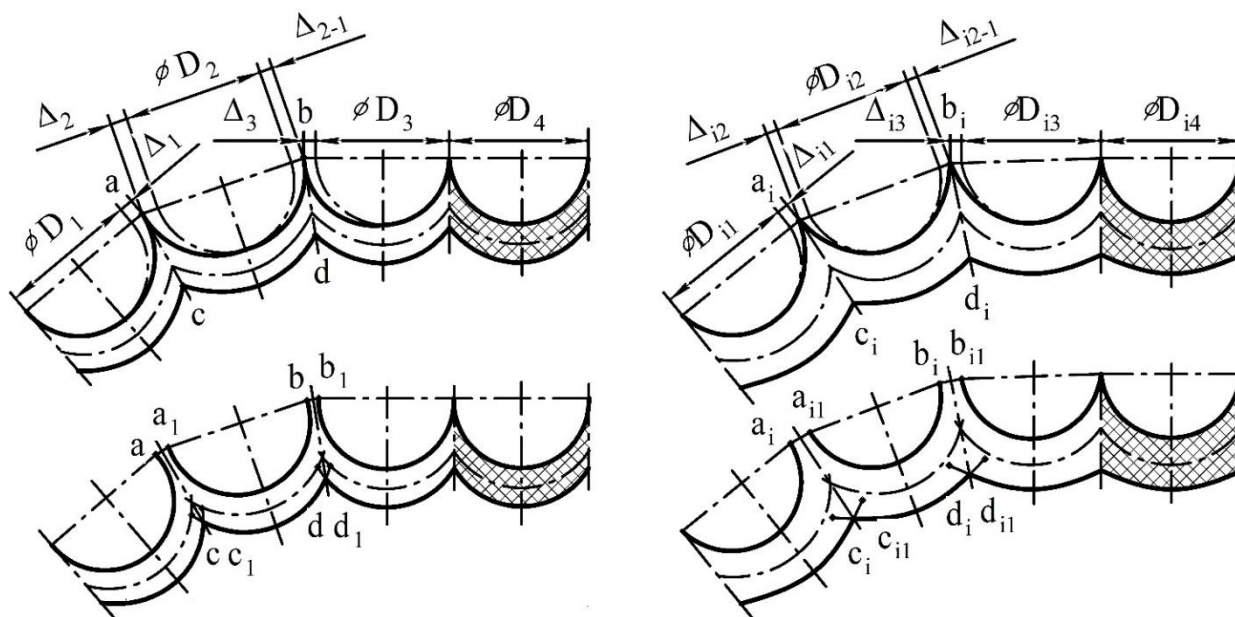


Рис. 3.6.2. Перегинання клейових пластин, утворення зон розтягування й стискування

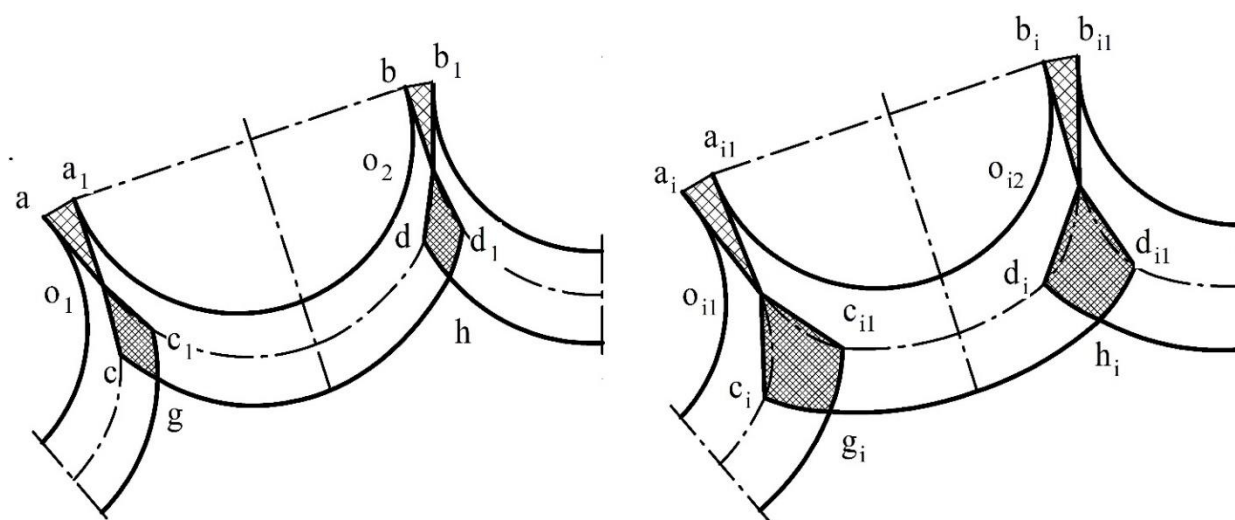


Рис. 3.6.4. Розподіл зусиль розтягування й стискування

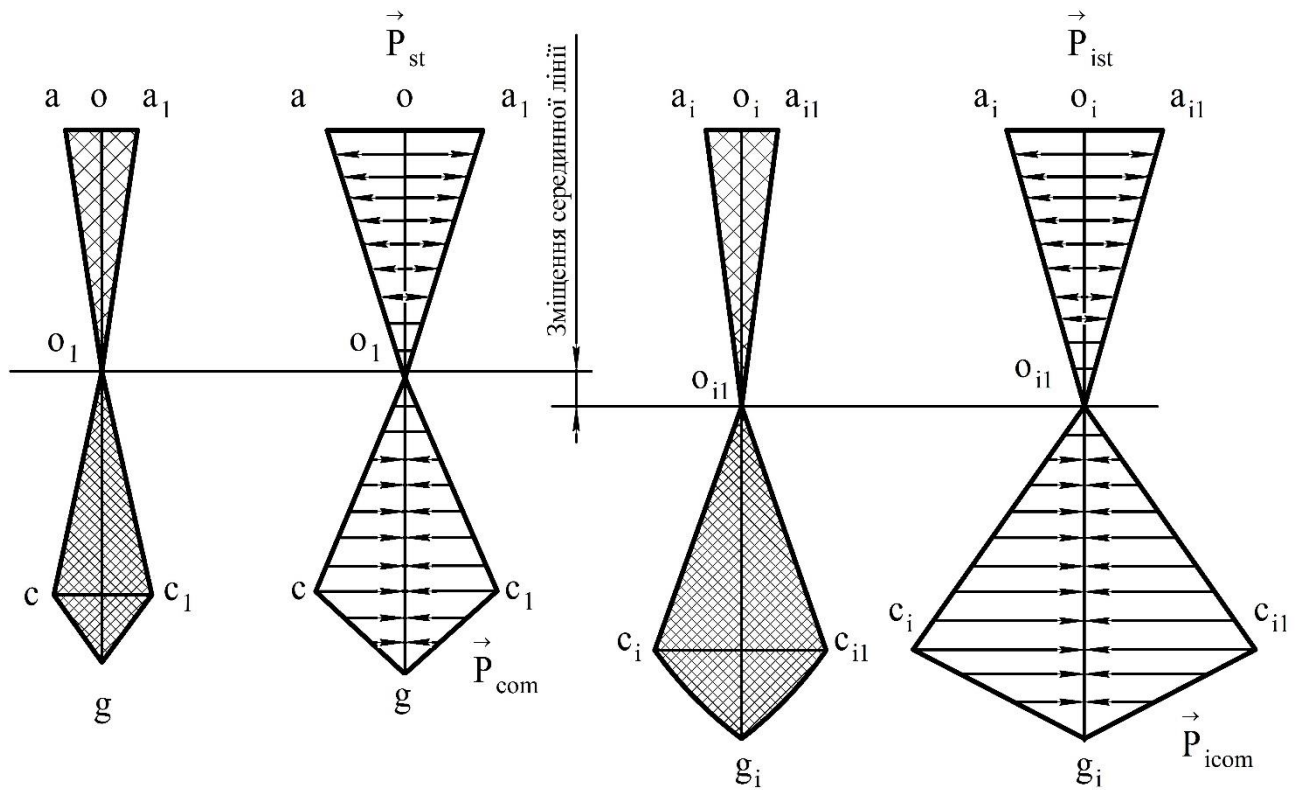


Рис. 3.6.4. Вплив товщини клейового шару на пружно-пластичну деформацію корінцевої частини книжкових блоків, епюри зусиль розтягування і стискання

Для довірчого моделювання перегинань пластини діаметри заокруглення корінцевих фальців тотожні, за практично виконаної умови експериментально сформованої тотожності зошитів, у кількості сторінок і однорідності матеріалу, із яких скомплектовані обидва книжкові блоки [180]. Тобто:

$$\varnothing D_1 = \varnothing D_2 = \varnothing D_3 = \varnothing D_4 = \varnothing D_j = const \quad (3.6.1)$$

$$\varnothing D_{i1} = \varnothing D_{i2} = \varnothing D_{i3} = \varnothing D_{i4} = \varnothing D_{ij} = const \quad (3.6.2)$$

Часткове перегинання клейових пластин, при розкриванні книжкових блоків, деформує правильні увігнуті напівкруглі контури внутрішньої частини пластин, що відповідають геометрії початкового стану книжкових блоків до розкривання, на змінні додаткові величини Δ (рис. 3.6.2) [180].

Експериментальне перегинання пластини відбуваються між зошитами по напрямках січних ліній, позначено, як лінії ac, bd, a_ic_i, b_id_i. Лінії проходять через зону припливів, які утворюються після заповнення клеєм дотичних

півкруглих поверхонь сусідніх зошитів і мають конфігурацію дельтоїда з увігнутими сторонами [180].

Під час посторінкового перегортання книги зусилля, прикладені для дискретного розкривання блоку у будь-якому місці, мають неоднорідне розмірне значення. Неоднорідність зусиль, що не піддається точному вимірюванню, а тим більше калібруванню, буде відповідати геометричній розбіжності в деформації клейової пластини [180].

Деформація розтягування і стискання призводить до найбільших руйнівних явищ вздовж ввігнутої поверхні клейового шара, дотичної до півкруглих поверхонь корінцевих фальців книжкових зошитів (рис. 3.3.2) [180].

Розглянемо пластину на рис. 3.6.2, де для $\varnothing D_1$ приймаємо його лінійний розмір, як s_1 , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_1$ в околі точки а складе $\varnothing D_1 + \Delta_1$, або $s_1 + \Delta_1$.

Лінійна деформація ε_1 в околі точки а буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_1 = \lim_{s_1 \rightarrow 0} \frac{\Delta_1}{s_1} \quad (3.6.3)$$

Для $\varnothing D_2$ приймаємо його лінійний розмір, як s_2 , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_2$ в околі точок а і b складе $\varnothing D_2 + \Delta_2 + \Delta_{2-1}$, або $s_2 + \Delta_2 + \Delta_{2-1}$;

Лінійна деформація ε_2 в околі точок а і b буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_2 = \lim_{s_2 \rightarrow 0} \frac{\Delta_2 + \Delta_{2-1}}{s_2}. \quad (3.6.4)$$

Для $\varnothing D_3$ приймаємо його лінійний розмір, як s_3 , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_3$ в околі точки b складе $\varnothing D_3 + \Delta_3$, або $s_3 + \Delta_3$.

Лінійна деформація ε_3 в околі точки b буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_3 = \lim_{s_3 \rightarrow 0} \frac{\Delta_3}{s_3}. \quad (3.6.5)$$

Відповідно, пластина на рис. 3. 6. 2, де для $\varnothing D_{i1}$ приймаємо його лінійний розмір, як s_{i1} , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_{i1}$ в околі точки а складе $\varnothing D_{i1} + \Delta_{i1}$, або $s_{i1} + \Delta_{i1}$;

Лінійна деформація ε_{i1} в околі точки а буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_{i1} = \lim_{S_{i1} \rightarrow 0} \frac{\Delta_{i1}}{S_{i1}}. \quad (3.6.6)$$

Для $\varnothing D_{i2}$ приймаємо його лінійний розмір, як s_{i2} , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_{i2}$ в околі точок а і b складе $\varnothing D_{i2} + \Delta_{i2} + \Delta_{i2-1}$, або $s_{i2} + \Delta_{i2} + \Delta_{i2-1}$;

Лінійна деформація ε_{i2} в околі точок а і b буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_{i2} = \lim_{S_{i2} \rightarrow 0} \frac{\Delta_{i2} + \Delta_{i2-1}}{S_{i2}}. \quad (3.6.7)$$

Для $\varnothing D_{i3}$ приймаємо його лінійний розмір, як s_{i3} , тоді приріст лінійної деформації для $\varnothing D_{i3}$ в околі точки b складе $\varnothing D_{i3} + \Delta_{i3}$, або $s_{i3} + \Delta_{i3}$;

Лінійна деформація ε_{i3} в околі точки b буде дорівнювати [180]:

$$\varepsilon_{i3} = \lim_{S_{i3} \rightarrow 0} \frac{\Delta_{i3}}{S_{i3}}. \quad (3.6.8)$$

Дискретність зусиль прикладених до розкривання книжкового блоку, як по місцю прикладання, так і по часу знаходження окремих зон клейової пластини під навантаженням, формує геометрично відмінний приріст лінійних розмірів в кожній фіксованій зоні перегинання полімерної пластини [180], тому

$$\Delta_1 \neq \Delta_2 \neq \Delta_{2-1} \neq \Delta_3 \neq \Delta_{i1} \neq \Delta_{i2} \neq \Delta_{i2-1} \neq \Delta_{i3} \neq const. \quad (3.6.9)$$

На рис. 3.6.2 графічно зображено явища розтягування верхньої частини корінцевих пластин в точках а, b, a_i , b_i , в яких утворюються зони розтягування а- a_1 , b - b_1 , a_i - a_{i1} , b_i - b_{i1} . Разом з тим в точках с, d, c_i , d_i відбувається ущільнення і м'яття внутрішньої структури клейових пластин, зсуву внутрішніх полімерних шарів, позначених ділянками с- c_1 , d- d_1 , c_i - c_{i1} , d_i - d_{i1} , що сприяє накопиченню зусиль пружної деформації і створення запасу енергії для повернення перегнутої клейової пластини у початкове положення, після закриття книги, а також повернення зон розтягування в точках а, b, a_i , b_i в висхідне становище [180].

Заштриховані графічні зони розтягування, м'яття і зсуву з різною площею заповнення відтворені на збільшеному для наочності рис. 3.6.3 і позначено, як

$aa_1o_1cgc_1$, $bb_1o_2dhd_1$, а також $a_ia_{i1}o_{i1}c_ig_1c_{i1}$ і $b_ib_{i1}o_{i2}d_1h_id_{i1}$ [180].

На рис. 3.6.4 площа трикутника ao_1a_1 , що відтворює контури й зону докладання зусиль розтягування клейового шару, практично тотожна площі дельтоїда o_1cgc_1 , що відтворює контури і зону докладання зусиль м'яття [180].

Отже, при мінімальній товщині клейового шару, достатнього для забезпечення експлуатаційної стійкості корінця книжкового блоку, зшитого нитками, зусилля, прикладені при розкриванні книги на подолання пружних сил внутрішньої структури полімерної пластини, в частині зони у формі дельтоїда, співвідносяться майже рівномірно до зусиль розтягування клейового шару у верхній загостреній частині у формі трикутника [180].

На рис. 3.6.4 відтворено зміни пропорційності, після збільшення товщини клейового шару, між зоною розтягування верхньої частини клейової пластини, у формі трикутника, і зоною зсуву і м'яття пластини, у формі дельтоїда [165].

Зі збільшенням товщини клейового шару його серединна площина змістилася, відповідно, площа трикутника $a_1o_{i1}a_{i1}$ змінилася у розмірах в порівнянні із площею трикутника ao_1a_1 [180].

Основи aa_1 і a_ia_{i1} трикутників залишилися незмінними, за рахунок міжмолекулярних зв'язків клейової полімерної композиції, що обмежують розмірні зони розтягування до початку руйнації. Висота o_1o_{i1} збільшилася, в порівнянні з висотою oo_1 , на розмір зміщення серединної площини. Розмір зміщення суттєво не впливає на відмінність конфігурації трикутників зон розтягування ao_1a_1 і $a_1o_{i1}a_{i1}$ [180].

На відміну від трикутників розтягування, дельтоїди o_1cgc_1 і $o_{i1}c_ig_1c_{i1}$ зон зсуву і м'яття, зі сторони вигнутої поверхні клейового шару, фіксують суттєву відмінність за розмірними значеннями в сторону значного збільшення у пластини товщиною $t+\Delta_{gl}$ мм [180].

Впливає, що при відкриванні книги, для подолання пружних сил внутрішньої структури корінцевої полімерної пластини, за умови збільшення товщини клейового шару, необхідне прикладання значно більших зусиль. Зусилля, які будуть розтягувати й руйнувати поверхневу частину клейової

пластини з підвищеним напруженням і експлуатаційним навантаженням, графічно відтворено збільшеною площиною у формі дельтоїда $o_{i1}c_i g_i c_{i1}$ [180].

Сумарна площа зон, що графічно опосередковано відтворюють зусилля розтягування і м'яття першої клейової пластини [180]: $S_{\Sigma 1} = S_2 + S_3$,

$$S_2 = S_{\square aa_1 o_1} = \frac{aa_1 \cdot oo_1}{2} = \frac{a \cdot h}{2}, \text{ де } aa_1 = a; oo_1 = h, \quad (3.6.10)$$

$$S_3 = S_{\triangle o_1 g c_1} = \frac{cc_1 \cdot o_1 g}{2} = \frac{d_1 \cdot d_2}{2}, \text{ де } cc_1 = d_1; o_1 g = d_2 \quad (3.6.11)$$

$$S_{\Sigma 1} = \frac{a \cdot h}{2} + \frac{d_1 \cdot d_2}{2} = \frac{1}{2}(a \cdot h + d_1 \cdot d_2), \quad (3.6.12)$$

тоді, для другої клейової пластини:

$$S_{\Sigma 1} = \frac{a_i \cdot h_i}{2} + \frac{d_{i1} \cdot d_{i2}}{2} = \frac{1}{2}(a_i \cdot h_i + d_{i1} \cdot d_{i2}), \quad (3.6.13)$$

де $d_i < d_{i1}$, а $d_2 < d_{i2}$, відповідно: $S_{\Sigma 1} < S_{\Sigma i1}$.

Векторні графіки на рис. 3.6.4 відтворюють зміни зусиль розтягування $\overline{P_{st}}$, $\overline{P_{ist}}$ і стискання $\overline{P_{com}}$, $\overline{P_{icom}}$ клейових пластин, в місці перегинання, через зміну товщини клейового шару у сторону збільшення від пропорційно рівноважних до таких, що змінюють рівновагу зусиль у зоні стискання на додатково руйнівні в точках a_i і b_i (рис. 3.6.4) [180].

3.7. Розробка методики кількісного розрахунку витрат клею для скріплення Ш-подібних корінців книжкових блоків

На рис. 3.7.1 зображено фрагмент перерізу корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками, який складається з корінцевої частини фальцьованих зошитів (1), клейової полімерної композиції (2) і корінцевої частини палітурки (3) [201].

Стібки ниток та окантовувальний папір, невіддільні складові Ш-подібного клейового з'єднання, на рис. 3.7.1 не позначені, через незначні розміри й будь-який суттєвий вплив на розрахунок витрат клею [201].

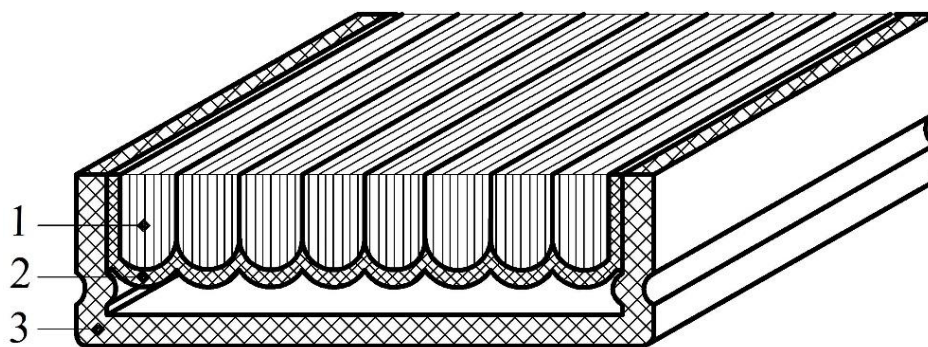


Рис. 3.7.1. Фрагмент перерізу корінцевої частини книги, 1 – корінцева частини фальцьованих зошитів; 2 – клейова полімерна композиція; 3 – корінцева частина палітурки книги

Для визначення кількісних показників витрат клею, що використовується під час окантовування корінців книжкових блоків, зшитих нитками, з метою мінімізації витрат клею у практичному використанні, розглянемо геометричну побудову клейової полімерної пластини зображену на рис. 3.7.2, утворену концентричними колами із радіусами, що відповідають: r – заокругленій частині корінців сфальцьованих зошитів (зошити однакової товщини з однаковою кількістю сторінок, $r=d_3$, де d_3 – товщина зошита) і R – зовнішній заокругленій частині окантовувального клейового шару [179].

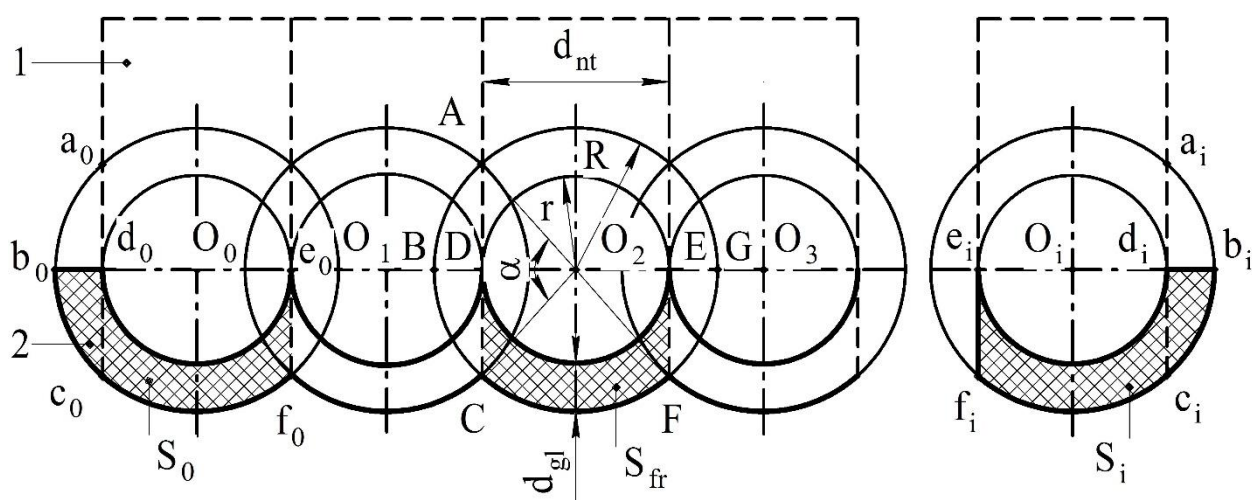


Рис. 3.7.2. Геометрична побудова Ш-подібної клейової пластини корінцевої частини книжкового блоку скомплектованого із зошитів однакової товщини

Площа перерізу Ш-подібної клейової пластини складається із n площ тотожних геометричних фрагментів S_{fr} , позначених ділянкою DCFE на рис. 3.7.2, ділянки S_0 і ділянки S_i в яких, окрім геометричних фрагментів S_{fr} , долучені ділянки $b_0c_0d_0$ і $d_i c_i b_i$, що дорівнюють $\frac{1}{2} S_{segm} a_0 b_0 c_0 d_0$ і $\frac{1}{2} S_{segm} a_i d_i c_i b_i$ і є складовими бічної промазки книжкового блоку. Таким чином загальна площа перерізу клейової пластини дорівнює [179] є:

$$S_{\Sigma} = nS_{fr} + S_0 + S_i, \quad (3.7.1)$$

де n – кількість тотожних зошитів у книжковому блоці;

S_{fr} – площа окремого фрагменту перерізу клейової пластини, що окантовує корінець одного зошита;

S_0 – площа перерізу клейового окантовування 1-го зошита;

S_i – площа перерізу клейового окантовування i -го зошита.

Для визначення S_{fr} розглянемо кільце із центром в точці O_2 , в якому хорда AC, дотична до кола з радіусом r , відділяє сегмент ABCD від кола із радіусом R . Сегменти у колі з радіусом R відділяються з обох сторін кола, утворюючи геометричну фігуру позначену заштрихованою зоною DCFE, отриману від'єднанням від півкільця BFED по $\frac{1}{2}$ обох сегментів, позначених, як BCD і EFG, тобто [179]

$$S_{fr} = S_{BFED} - S_{BCD} - S_{EFG}, \quad (3.7.2)$$

$$\text{де} \quad S_{BFED} = \frac{1}{2} \pi (R^2 - r^2); \quad S_{BCD} = \frac{1}{4} R^2 (\alpha - \sin \alpha); \quad S_{EFG} = \frac{1}{4} R^2 (\alpha - \sin \alpha);$$

α – кут в радіанах.

$$S_{fr} = \frac{1}{2} \pi (R^2 - r^2) - \frac{1}{2} R^2 (\alpha - \sin \alpha); \quad (3.7.3)$$

$$\text{Відповідно:} \quad S_0 = \frac{1}{2} \pi (R^2 - r^2) - \frac{1}{4} R^2 (\alpha - \sin \alpha); \quad (3.7.4)$$

$$S_i = \frac{1}{2} \pi (R^2 - r^2) - \frac{1}{4} R^2 (\alpha - \sin \alpha) \quad (3.7.5)$$

Кількість клею для окантовування корінців книжкових блоків визначаємо [179], як

$$K = S_{\Sigma} \times h \times \rho_k \times k_y, \quad (3.7.6)$$

де S_{Σ} – площа перерізу клейового окантовувального шару;

h – обрізна довжина книжкового блоку;

ρ_k – щільність клею під час нанесення окантовувального шару;

k_y – коефіцієнт усадки після висушування блоку.

Нормативи витрат клею, для застосування у виробництві, на окантовування Ш-подібного корінця книжкового блоку з врахуванням площі корінцевої частини блоку на 1000 примірників складуть [179]:

$$H_{кл} = 1000 \frac{K}{S} \text{ (г/м}^2\text{)}, \quad (3.7.7)$$

де S – площа корінцевої частини книжкового блоку.

Для окантовування книжкових блоків на сучасних книжкових лініях типу «Kolbus КМ-600» (Німеччина) передбачені нормативи витрат клею (дисперсія полі-вініл-ацетатна нерозведена) на 1000 примірників у кількості 575 г/ м² площі корінцевої частини книжкових блоків [179].

Запропонований розрахунок необхідної й достатньої кількості клею для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, який враховує геометричні особливості такого скріплення блоків, забезпечує основні експлуатаційні характеристики використання книжкової продукції у міцності, зносостійкості та тривалості, і створює умови для мінімізації витрат клею в технологічному процесі [179].

Для визначення можливостей у мінімізації витрат клею, проведені експериментальні дослідження з умовами, що забезпечують нанесення розрахункового клейового шару під час виготовлення тиражної продукції на книжковій лінії «Kolbus BF-512» тиражами більше 1 тис. примірників [179].

З тиражної продукції стохастичним методом відібрані зразки для проведення Flex Test на аналітичному приладі фірми «Zigloh» (рис. 3.5.5), з метою визначення міцності і довговічності клейового корінцевого з'єднання. Відібрані зразки тиражної продукції, з нанесеним розрахунковим шаром клею, пройшли випробування Flex Test з показниками, що відповідають нормативному нанесенню клею на корінець блоку, зшитого нитками [179].

Отримані середні експериментальні показники розрахункової кількості клею (дисперсія полі-вініл-ацетатна нерозведена), що був нанесений на

корінцеву частину книжкового блоку під час виготовлення тиражної продукції, і нормативні показники, для найбільш поширених форматів книжкової продукції і товщини корінців книжкових блоків, відтворені у таблиці 3.7.1 [179].

Таблиця 3.7.1. Показники витрат полі-вініл-ацетатної дисперсії для окантовування книжкових блоків

Товщина корінця книжкового блоку, мм	Формат і довжина корінця блоку									
	84x108/32		84x108/16		60x84/8		60x90/16		70x100/16	
	210 мм		270 мм		300 мм		225 мм		250	
	Витрати клею на 1000 книг, г									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	1208	1050	1552	1350	1725	1500	1294	1125	1438	1250
15	1811	1575	2329	2025	2587	2250	1941	1685	2156	1875
20	2415	2100	3105	2700	3450	3000	2588	2250	2875	2500
25	3019	2625	3881	3375	4312	3750	3234	2815	3594	3125
30	3623	3150	4657	4050	5175	4500	3881	3375	4313	3750
35	4226	3675	5433	4725	6037	5250	4528	3935	5031	4375
40	4830	4200	6210	5400	6900	6000	5175	4500	5750	5000

де 1 – нормативні показники; 2 – розрахункові показники.

За отриманими результатами тиражних випробувань, кількість нанесеного клею, з розрахунку на 1 тис. примірників, складає 500 г/м^2 площі корінцевої частини книжкових блоків, що відповідає 15% економії клейової композиції, в порівнянні з нормативними показниками (575 г/м^2), що в поточний період застосовуються у книжковому виробництві [179].

Отримані експериментальні розрахункові показники витрат клею, наведені в таблиці 3.7.1, і зумовлені технічними й технологічними умовами виробництва, впроваджено у найбільшому книжковому підприємстві України – Державному видавництві «Преса України» [179].

Методика розрахунку проєктування витрат клею в процесі формування технологічної документації на виготовлення книжкової продукції, враховує

півкруглу корінцеву геометрію книжкових блоків, скомплектованих з однакових зошитів. Зошитів, у яких однаковими є вид, марка і маса паперу, а також кількість сторінок в кожному зошиті [201].

На відміну від цих обставин, викладених в [179], значна частина книжкових блоків комплектується із зошитів, які мають відмінні, від тотожних, характеристики. Найбільш поширеним обсягом книжкових зошитів, особливо для масової популярної літератури, є обсяг у 32 сторінки [201].

Але, у багатьох випадках, авторська текстова частина не вписується в загальний обсяг книги, кратний 32 сторінкам, тому можливі різні долі такого зошита у 8, 12, 16, 24 сторінки, надруковані на такому ж папері, як основна частина [201].

Окрім того, в загальний об'єм книжкового блоку можуть долучатися зошити, надруковані на інших видах паперу, ніж основна частина [201].

Це можуть бути кольорові ілюстрації на крейдованому паперу, географічні карти, різноманітні технічні креслення та ін. У таких зошитів, в основному, кількість сторінок також менша ніж в зошитах основної частини книги [201].

Відомі випадки, коли кількість сторінок в окремих зошитів збігається з кількістю сторінок основного блоку, але вид і маса паперу інші. Відповідно, за перелічених обставин, у підбраного книжкового блоку, зшитого нитками, півкруглі частини фальців будуть різними за розмірами [201].

На рис. 3.7.3 зображено переріз корінцевої клейової пластини у якої 1-й, 2-й, 3-й і 6-й зошити мають однакові діаметри півкруглої частини $d_1=d_2=d_3=d_6$, що відповідають 32 сторінкам. А 4-й і 5-й зошити мають інші, менші діаметри півкруглої частини фальців, $d_1>d_4>d_5$, що відповідають 24 і 16 сторінкам [185].

Необхідно відзначити, що при шитві книжкових блоків нитками, до нанесення клею на корінцеву частину, орієнтація зошитів під час шитва здійснюється по зовнішній частині фальців в точках $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$. Не дивлячись на те, що при шитві на нитко швейній машині розгорнутий зошит

позиціюється на хитному столі не по зовнішній, а саме по внутрішній частині [201].

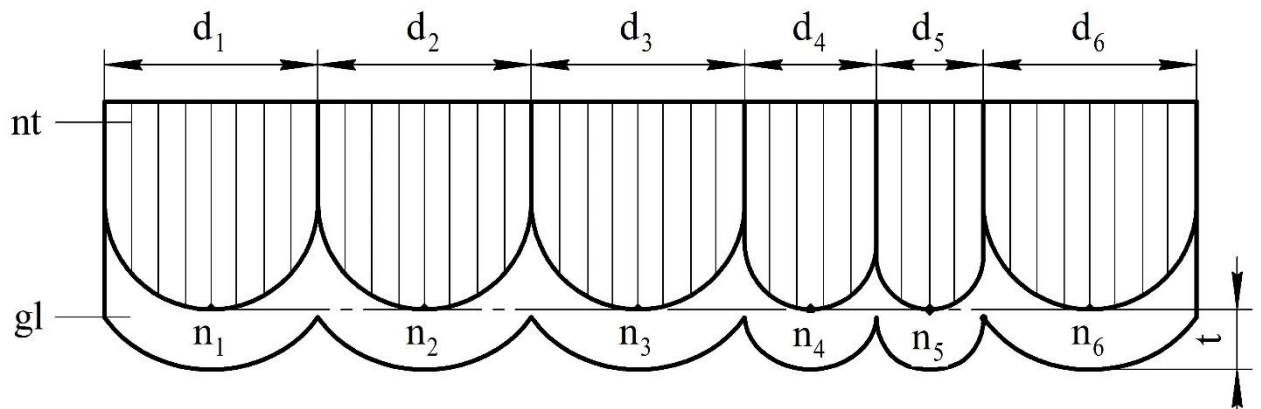


Рис. 3.7.3. Переріз корінцевої частини книжкового блоку скомплектованого зошитами з різною кількістю сторінок, nt – корінцеві частини зошитів; gl – шар окантовувального клею; $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$ – діаметри півкруглої частини фальців; $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ – точки розташування стібків ниток шитва блоку; t – контурна товщина клейового шару.

Не відбувається перекосу в точках $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ фальців зошитів тому, що бічний поверхневий натяг ниток, який притягує один зошит до іншого, при шитві, вирівнює зовнішню частину корінця книги перед нанесенням клею. На рис. 3.7.3 це твердження графічно позначено пунктирною лінією, що проходить через перераховані точки [201].

Розрахунок максимально наближеної кількості клейової полімерної композиції, необхідної і достатньої, з точки зору експлуатаційної міцності, для окантовування книжкових блоків, має враховувати площинну геометрію перерізу, що залежить від розмірних відмінностей півкруглих фальців зошитів з різним обсягом сторінок [201].

У випадках, коли, для підбирання зошитів у книжковий блок, використовуються зошити з різною кількістю сторінок, тоді, зошити з меншою кількістю сторінок, ніж більша частина блоку, позиціюють не в кінці блоку, а в середині, або ближче до кінця [201].

Останнім, обов'язково, підбирається повний зошит, через особливості зусиль натягу в нитко-швейній машині, які можуть призвести до руйнації отворів стібків ниток в неповному зошиті, розташованому в блоці з краю [201].

Тому, на рис. 3.7.3 фальці 4-го і 5-го зошитів, з меншою кількістю сторінок, ніж інші, розташовано не скраю, а в середині блоку. Особливості розташування неповних зошитів в серединній частині книжкового блоку необхідно враховувати при плануванні спусків для друкування [201].

Для формування Ш-подібної геометрії клейового шару, з визначеною товщиною, застосований механізм нанесення клею профільним валом [180], який формує клейовий шар, що наближено повторює, з врахуванням різниці радіусів R_i і r_i , півкруглі ділянки фальців зошитів [201].

На рис. 3.7.4 зображено геометричну побудову частини перерізу корінцевої полімерної пластини, виокремленої з пластини на рис. 3.7.3.

Для відтворення геометрії перерізу і проведення розрахунків, виокремлена ділянка, що містить половину клейового шару дотичного до півкруглого фальца зошита з діаметром d_2 ($0,5d_2$), клейові шари з діаметрами d_3 , d_4 , d_5 і половина клейового шара d_6 ($0,5d_6$) [201].

Необхідно відзначити, що геометрична побудова клейового шару здійснена за допомогою концентричних кіл, які утворюють кільця із внутрішніми радіусами r_i , що дорівнюють зовнішній частині півкруглих фальців зошитів, зшитих нитками. І зовнішніми радіусами R_i , що відповідають зовнішній півкруглій частині клейового шару [201].

Окрім того, в точках дотичного перетину утворених кілець формується Ш-подібний шар клею, що відповідає заштрихованій частині на рис. 3.7.4.

Для проведення розрахунків площі Ш-подібного клейового шару, січними плоскопаралельними лініями поділяємо його на геометрично тотожні ділянки. Наприклад такі, як півкругла ділянка з вершинами d_3 , c_3 , c_4 , b_4 , сформована в кільці з центром o_3 і радіусами r_3 , R_3 [201].

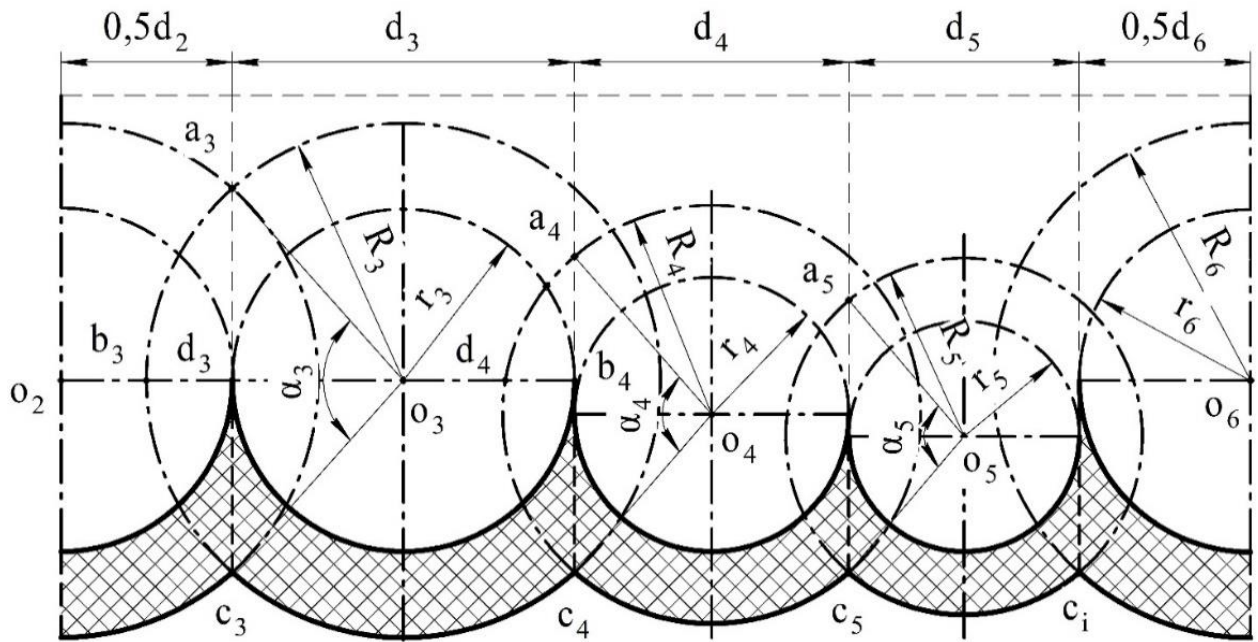


Рис. 3.7.4. Геометрична побудова частини перерізу клейової полімерної пластини з півкруглими фальцами різних розмірів.

Враховуючи тотожність декількох кілець, що формують клейовий шар для фальців зошитів 1, 2, 3, 6, в яких півкруглі частини $d_1=d_2=d_3=d_6$, та наявність фальців зошитів, з іншими радіусами округлень d_4 і d_5 , де $d_4 \neq d_5 \neq d_1$, сумарна площа перерізу $S_{gl\Sigma}$ клейової пластини зображеної на рис. 3.7.3 і рис. 3.7.4 для загального випадку буде дорівнювати [201]:

$$S_{gl\Sigma} = 4 \cdot S_{pr(R_3-r_3)} + S_{pr(R_4-r_4)} + S_{pr(R_5-r_5)} + S_{segm(1)} + S_{segm(6)}, \quad (3.7.8)$$

де $S_{pr(R_3-r_3)} = S_{pr(R_1-r_1)} = S_{pr(R_2-r_2)} = S_{pr(R_6-r_6)}$ – площа частини клейового кільця для однакових фальців зошитів ($S_{pr} = S_{\text{part of the ring}}$);

$S_{pr(R_4-r_4)}$ і $S_{pr(R_5-r_5)}$ – площа частин кільця з іншими радіусами;

$S_{segm(1)}$ і $S_{segm(6)}$ – площі крайніх сегментів клейового шару.

Для загального випадку [201]:

$$S_{gl\Sigma} = n_1 S_{pr(R_1-r_1)} + n_2 S_{pr(R_2-r_2)} + n_3 S_{pr(R_3-r_3)} + \dots + n_i S_{pr(R_i-r_i)} + S_{segm(1)} + S_{segm(i)} \quad (3.7.9)$$

Для наочності розрахунків розглянемо дотичні частини загального клейового шару з центрами O_3 , O_4 , O_5 , як такі, що відповідають особливостям

структурної побудови шару. Розраховуємо площу ділянки кільця з центром o_3 , як одну із чотирьох однакових з центрами o_1, o_2, o_3 і o_6 (рис. 3.7.3-3.7.4) [201].

$$S_{pr}^{(3)} = S_{d_3 b_3 c_3 c_4 b_4 d_4}^{(3)} - S_{b_3 c_3 d_3}^{(3)} - S_{d_4 c_4 b_4}^{(3)}, \quad (3.7.10)$$

$$\text{де } S_{d_3 b_3 c_3 c_4 b_4 d_4}^{(3)} = 0,5\pi(R_3^2 - r_3^2), \quad (3.7.11)$$

$$S_{b_3 c_3 d_3}^{(3)} = 0,25R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3), \quad (3.7.12)$$

кут α – в радіанах.

$$S_{d_4 c_4 b_4}^{(3)} = 0,25R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3). \quad (3.7.13)$$

$$S_{pr}^{(3)} = 0,5\pi(R_3^2 - r_3^2) - 0,5R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3). \quad (3.7.14)$$

Для ділянок клейового шару з центрами o_4 і o_5 :

$$S_{pr}^{(4)} = 0,5\pi(R_4^2 - r_4^2) - 0,5R_4^2(\alpha_4 - \sin \alpha_4), \quad (3.7.15)$$

$$S_{pr}^{(5)} = 0,5\pi(R_5^2 - r_5^2) - 0,5R_5^2(\alpha_5 - \sin \alpha_5). \quad (3.7.16)$$

Для загального випадку розрахунку площі ділянки клейового шару з різними радіусами геометричного кільця [201]:

$$S_{pr}^{(i)} = 0,5\pi(R_i^2 - r_i^2) - 0,5R_i^2(\alpha_i - \sin \alpha_i). \quad (3.7.17)$$

Відмінною особливістю такого розрахунку є, не лише виокремлення тотожних ділянок клейового шару і їх сумарний розрахунок, залежний від радіусів півкруглих ділянок фальців зошитів, щільно зшитих у блок, але і розрахунок бічних сегментів клейового шару, за допомогою запропонованого математичного підходу [201].

На рис. 3.7.5 зображено геометричну побудову лівої й правої бічної частини клейового шару, які, окрім ділянок, виокремлених плоскопаралельними лініями, і розрахунок яких наведений вище, містять ще і ділянки з площиною частини сегментів з вершинами b_1, c_1, d_1 і d_6, c_6, b_6 [201].

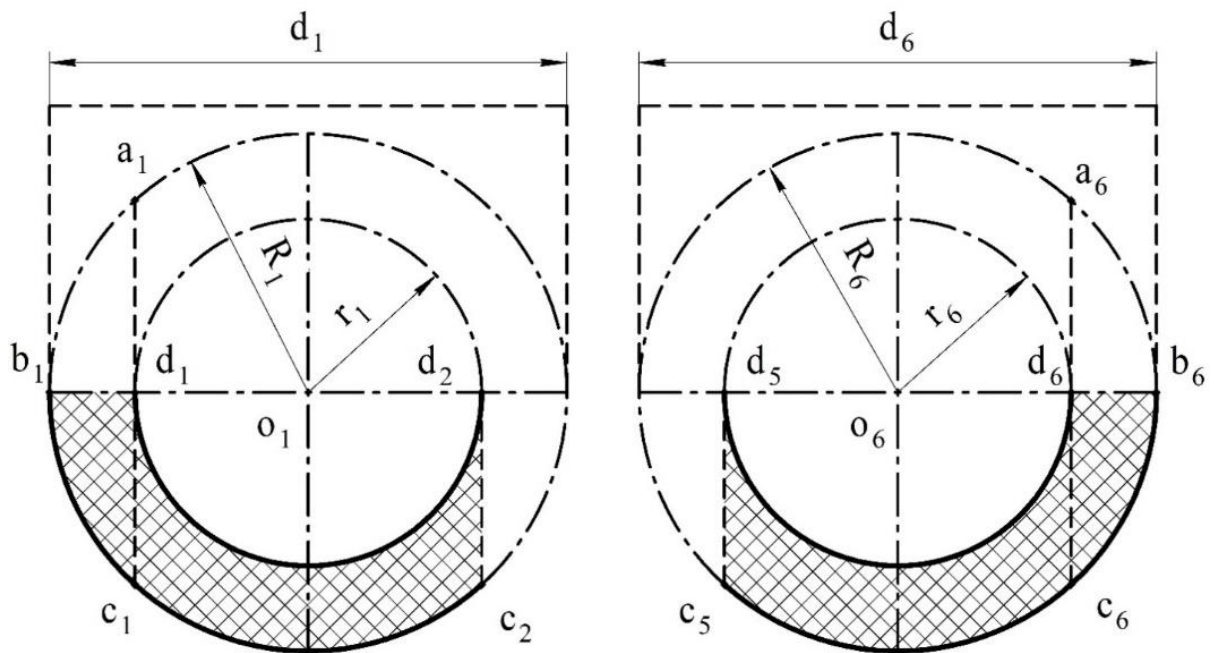


Рис. 3.7.5. Геометрична побудова перерізу клейової полімерної пластини в крайніх ділянках

Для сегментів клейового шару в першому і останньому зошитах, у яких, в даному випадку, радіуси півкруглих фальців зошитів однакові [201]:

$$S_{segm(1)} = S_{(1)_{b_1 c_1 d_1}} = 0,25R_1^2(\alpha_1 - \sin \alpha_1), \quad (3.7.18)$$

$$S_{segm(6)} = S_{(6)_{b_6 c_6 d_6}} = 0,25R_6^2(\alpha_6 - \sin \alpha_6). \quad (3.7.19)$$

Для загального випадку, коли в крайніх лівій і правій частині клейового шару, півкруглі фальці зошитів, до яких дотично формується клейовий шар, будуть мати різні радіуси, через різну кількість сторінок [201]:

$$S_{segm(j)} = S_{(j)_{b_j c_j d_j}} = 0,25R_j^2(\alpha_j - \sin \alpha_j). \quad (3.7.20)$$

Систематизація вище наведених результатів, дозволяє спростувати моделювання побудови Ш-подібного клейового шару, отримуючи довірчі показники розрахунку площі перерізу клейового шару. Які є визначальною складовою і входять до розрахунку загальної кількості клею для виготовлення тиражної книжкової продукції [201].

Тому загальна площа перерізу Ш-подібного клейового шару, сформованого дотичним до півкруглих частин фальців зошитів, з різними

радіусами їх півкруглої поверхні, для випадку зображеному на рис. 3.7.3, дорівнює [201]:

$$S_{gl\Sigma} = 4 \left[(0,5\pi(R_3^2 - r_3^2) - 0,5R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3)) \right] + 2 \cdot 0,25(R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3) + 0,5\pi(R_4^2 - r_4^2) - 0,5R_4^2(\alpha_4 - \sin \alpha_4) + 0,5\pi(R_5^2 - r_5^2) - 0,5R_5^2(\alpha_5 - \sin \alpha_5)) \quad (3.7.21)$$

Після перетворень, отримуємо площу Ш-подібного клейового шару (рис. 3.8.3), враховуючи особливості його побудови [201]:

$$S_{gl\Sigma} = 2\pi(R_3^2 - r_3^2) - 1,5R_3^2(\alpha_3 - \sin \alpha_3) + 0,5\pi(R_4^2 - r_4^2) - 0,5R_4^2(\alpha_4 - \sin \alpha_4) + 0,5\pi(R_5^2 - r_5^2) - 0,5R_5^2(\alpha_5 - \sin \alpha_5) \quad (3.7.22)$$

У виробничих нормативах на витрати клею для окантовування корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, не враховується Ш-подібний профіль фальців зошитів, а, відповідно, і профільне нанесення клею. На рис. 3.7.6 зображено перерізи двох клейових шарів, один із яких, у випадку (рис. 3.7.6,а), нанесений циліндричним валом, інший, як у випадку (рис. 3.7.6,б), нанесений профільним валом [201].

Не складно помітити, значну відмінність площі перерізів шарів у кількісних показниках, в сторону збільшення у першому випадку. Окантовування корінцевої частини книжкових блоків (рис. 3. 7. 6, а, б) клейовими полімерними композиціями, здійснено на тотожних блоках, скомплектованих тотожними зошитами [201].

Кількість клею для окантовування корінців книжкових блоків, в загальному випадку, як для блоків скріплених незшивним способом, так і для блоків зшитих нитками, можливо розрахувати за формулою [180], яка для наведеного випадку має вигляд:

$$K_{gl} = S_{gl\Sigma} \cdot h \cdot \rho_k \cdot k_{sh} \quad (3.7.23)$$

де $S_{gl\Sigma}$ – площа перерізу профільного клейового шару;

h – обрізна довжина книжкового блоку;

ρ_k – щільність клею;

k_{sh} – коефіцієнт усадки після полімеризації клею.

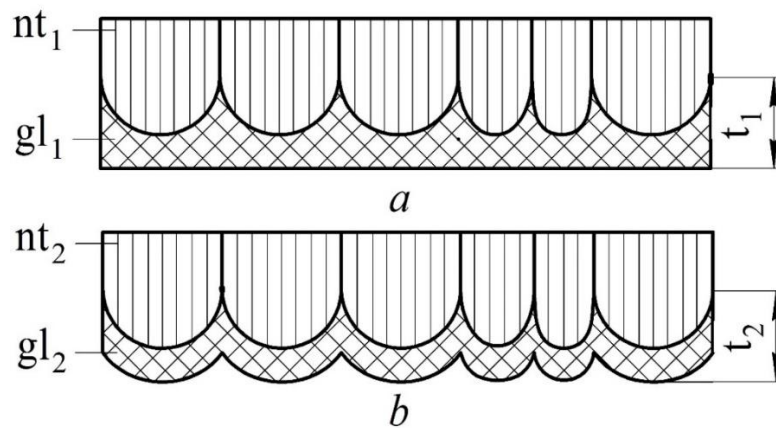


Рис. 3.7.6. Переріз клейових окантовувальних шарів, нанесених різними валами, a – циліндричним валом; b – профільним валом; nt_1 – корінцеві частини фальців зошитів у першому блоці; nt_2 – у другому блоці; gl_1 – клейовий шар з плоскою поверхнею; gl_2 – клейовий шар з профільною поверхнею.

Технологічний розрахунок нормативів витрат клею у виробництві, для окантовування книжкових блоків, на корінцеву частину яких клей наноситься профільним валом, формуючи Ш-подібну структуру, виконаємо, для тиражної кількості у 1000 примірників, за формулою [201]

$$N_{gl} = 1000 \frac{K_{gl}}{S_{gl\Sigma}} (g / m^2) \quad (3.7.24)$$

Нанесення клейових полімерних композицій на корінцеву частину книжкових блоків, для скріплення незшивним клейовим способом, або для окантовування блоків зшитих нитками, виконується в секціях сучасних книжкових ліній таких, як «Diamant MC 60» фірми Muller Martini (Швейцарія) циліндричними клейовими валами [201].

Для незшивного скріплення циліндричне нанесення клею, яке формує площинну поверхню корінця блоку після фрезерування фальців зошитів і каширування, є природним і витратна частина, відповідно, регулюється лише випробуваннями на міцність скріплення [201].

Для корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, нанесення клею циліндричними валками і формування зовнішньої площинної поверхні, на Ш-подібній корінцевій частині фальцьованих зошитів, спрощує технологічний процес окантовування, але призводить до мало виправданих перевитрат клею [201].

Враховуючи значну вартісну складову клейових полімерних композицій у кінцевій вартості виготовленої книжкової продукції, заходи для її зменшення, внаслідок профільного нанесення клею на корінцеву частину книжкових блоків, зшитих нитками, мають технологічну перспективу [201].

Для проведення експериментальних випробувань нанесення клейового шару профільним клейовим валом на корінцеву частину блоків зшитих нитками, відібрані книжкові блоки одного формату, але різної товщини. Для практичного нанесення клейової полімерної композиції використаний механізм, розроблений автором [180], з профільним валом, що забезпечує нанесення клею, дотримуючись півкруглої геометрії фальців зошитів [201].

Виробничі нормативи витрат клею передбачають розрахунок на 1000 примірників, які були окантовані на промисловому обладнанні. Одним із найбільш застосовуваних, для окантовування книжкових блоків, є термоклей Technomelt Q3660 (Німеччина), нормативні витрати на який передбачені у кількості 750 г/м² корінцевої площі поверхні книжкових блоків зшитих нитками [201].

Клейова пластина, яка утворюється на корінці блоку, після полімеризації клею Technomelt Q3660, забезпечує основні експлуатаційні характеристики використання книжок у міцності і зносостійкості впродовж тривалого періоду. А також підтримує незмінною Ш-подібну геометрію клейової структури під час чисельних перегинань, під час читання, чим сприяє мінімізації витрат клею в технологічному процесі [201].

Отримані чисельні зразки книжкових блоків, з нанесеним розрахунковим профільним Ш-подібним шаром клею, пройшли випробування Flex Test на аналітичному приладі фірми «Zigloh» (рис. 3.5.5). Це дозволяє стверджувати

про відповідність показників міцності розрахункового клейового корінцевого з'єднання і показників міцності для нормативного нанесення клею на корінець блоку, зшитого нитками [201].

Визначена, впродовж проведених досліджень, кількість клею для профільного окантовування корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками, на 1 тис. примірників, і нормативні витрати, для найбільш поширених форматів книжкових блоків, занесені у табл. 3.7.2 [201].

Таблиця 3.7.2. Показники витрат термклею Technomelt Q3660 (Німеччина) для окантовування корінців книжкових блоків зшитих нитками

Товщина блоку, мм	Висота книжкового блоку, мм									
	210		225		250		270		300	
	Витрати клею, г/м ²									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
40,0	5990	5334	6540	5824	7130	6349	7670	6830	8555	7618
45,0	6845	6063	7310	6475	8140	7210	8800	7795	9780	8663
50,0	7695	6779	8250	7269	9170	8080	9900	8722	11000	9692
55,0	8555	7497	9170	8037	10185	8926	11000	9641	12220	10710
60,0	9410	8218	10080	8803	11200	9781	12100	10568	13440	11738
65,0	9890	8622	10595	9237	11240	9799	12715	11085	14125	12315

Примітки: 1 – нормативні показники; 2 – розрахункові показники.

Впродовж експериментальних випробувань кількісні показники (табл. 3.7.2) економії клейової полімерної композиції коливалися від 12,3% до 14,7%, що в середньому склали 13,5% від нормативних [201].

Відповідно, кількість нанесеного клею на Ш-подібну корінцеву частину книжкового блоку, зшитого нитками, з розрахунку на 1 тис. примірників, складає 650,0 г/м² площі корінцевої частини книжкових блоків. В порівнянні з нормативними показниками (750 г/м²), які тривалий час застосовуються у виробництві книжкової продукції [201].

Показники витрат клею, наведені в таблиці, отримані після застосування механізму профільного нанесення клею на Ш-подібну корінцеву частину книжкових блоків, зшитих нитками, впроваджені у найбільшому книжковому підприємстві України – Державному видавництві «Преса України» [201].

Поширений дефект прискореного руйнування Ш-подібного корінцевого клейового з'єднання книжкових блоків, зшитих нитками, викликає природне бажання додатково підсилити скріплення блоків внаслідок збільшення товщини клейового шару [201].

Збільшення товщини, відповідно і витрат клею, суттєво збільшує вартість технологічного процесу окантовування блоків, через збільшення вартості застосовуваної клейової полімерної композиції [201].

Своєю чергою, збільшення вартості клейової композиції, примусить знайти економічну компенсацію в інших технологічних процесах і вартості інших застосовуваних матеріалів, для отримання конкурентоспроможної ціни усього тиражу і кожного примірника книги зокрема [201].

Разом з тим, здешевлення інших окремих складових для виготовлення книжкової продукції, неодмінно призведе до передчасних експлуатаційних витрат, через руйнування саме цих матеріалів, придбаних за залишковою витратною складовою [201].

Тому, отримані результати досліджуваного співвідношення товщини Ш-подібного клейового шару та показників його міцності, до утворення руйнівних зон, виявив наступні особливості кількісного використання клею, з врахуванням витратних складових собівартості [201].

Збільшення товщини клейового шару призводить до збільшення зусиль направлених на подолання пружних властивостей полімерних пластин зі сторони вигнутої поверхні корінця блоку. Своєю чергою, поверхневий натяг ввигнутої поверхні клейового шару, що знаходиться в безпосередньому контакті з папером корінцевих фальців книжкових зошитів суттєво збільшується [201].

А це призводить до зменшення показників відносного видовження

клеєвого шару, негативно впливаючи на показники природних кутів розкривання книжкових блоків [180, 201].

Слід відзначити, що кожне збільшення товщини клеєвого шару буде впливати на збільшення кутів між радіусом-вектором і плечем сили, а, відповідно, на збільшення моменту сили, прикладеного в точках дискретного перегинання корінця книжкового блоку при читанні, або копіюванні [201].

Розташування точок докладання зусиль, в зонах обмежених кутами обхвату, або в дельтоподібних ділянках між зошитового простору, впливає на величину прикладених зусиль і відрізняється за розмірними показниками (в сторону збільшення, в зонах дельтовидних напливів). Руйнування клеєвої полімерної пластини, відповідно, при численних перегинаннях, відбувається з різною інтенсивністю [180, 201].

Розподіл зусиль на межі серединної площини полімерної пластини, перехід від зони розтягування, до зони стискання, ускладнює процес м'яття та зсуву її зовнішньої вигнутої поверхні, який потребує застосування додаткових зусиль на його здійснення [180, 201].

Внаслідок цього виникають додаткові руйнівні зусилля, які сприяють втраті внутрішньо – молекулярного зв'язку в ділянках перегинань ввігнутої частини пластини, сприяючи прискореному утворенню на її поверхні, мікротріщин і розривів, що призводять до понадстрокової втрати експлуатаційних властивостей корінцевої частини блока і книги в цілому [180].

Профільне нанесення клею на Ш-подібний корінець книжкового блоку, зшитого нитками запобігає вирівнюванню зовнішньої частини клеєвого шару у площину, що потребує перевитрат клею і збільшення зусиль для перегинання корінця блоку в періоди читання, або сканування [180].

Профільне нанесення клею, застосоване в експериментальних дослідженнях, підтверджує припущення про можливість його широкого впровадження у виробництво [180].

Механізм профільного нанесення клею може бути використаний для

вдосконалення клейового механізму сучасних книжкових ліній, в яких зовнішня частина клейового шару, після його нанесення, приймає геометрію площини [180].

При виконанні технологічних розрахунків товщини клейового шару, а, відповідно і витрат клею для окантовування книжкових блоків зшитих нитками, доцільно враховувати необхідні й достатні умови, що мають забезпечити міцність і експлуатаційну стійкість клейової пластини.

При тривалих перегинаннях, товщина клейової пластини прямо впливає на можливість мінімізації зусиль, прикладених для розкривання блоків, які, головним чином, впливають на деформацію і руйнування корінцевої частини книжкового блоку [180].

З метою автоматизації процесу обрахунку витрат клейових полімерних композицій для скріплення Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками розроблено програмне забезпечення автоматизації обрахунку товщини клейового шару.

Розроблено автономну програму обрахунку, яка працює під управлінням системного програмного забезпечення з розширенням .exe для ОС Windows і входить до проблемно-орієнтованого пакета прикладних програм.

Згідно з формулами 3.7.23 і 3.7.24 теоретичного розрахунку кількісних показників витрат клею, виокремлено і занесено в табл. 3.7.3 вхідні дані для створення програмного забезпечення з показниками по кожній позиції для початкового випробувального обрахунку:

Таблиця 3.7.3. Вхідні дані показників клейового шару для скріплення Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками

K	n (кількість зошитів)	r (внутрішній радіус, мм)	R (зовнішній радіус, мм)	h (висота блока, мм)	ρ_k (щільність клею, г/мм ³)	K_y (коефіцієнт усадки)	α (кут в радіанах)
?	12	0,12	0,27	210	1,3	1,1	1,57

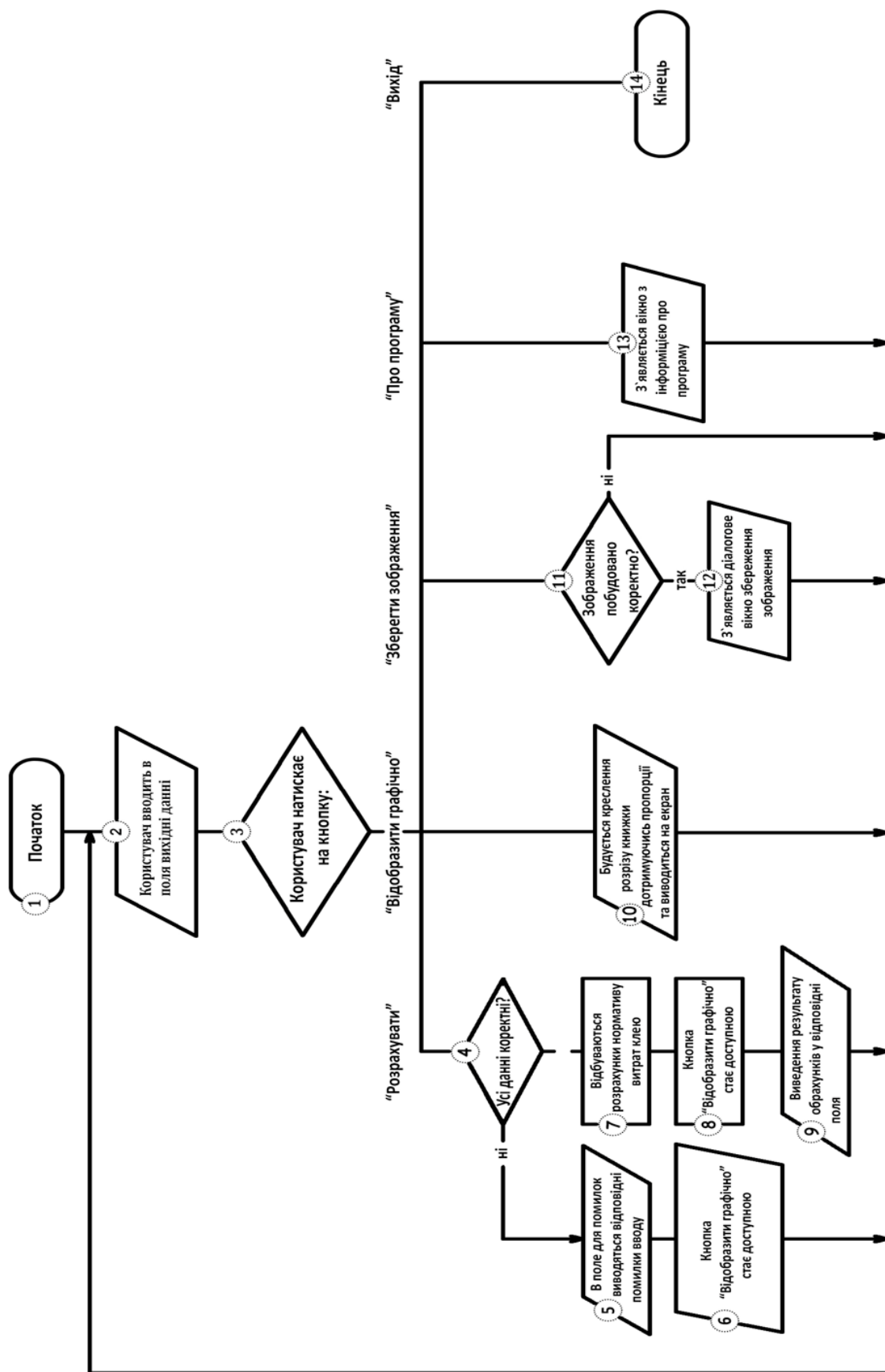
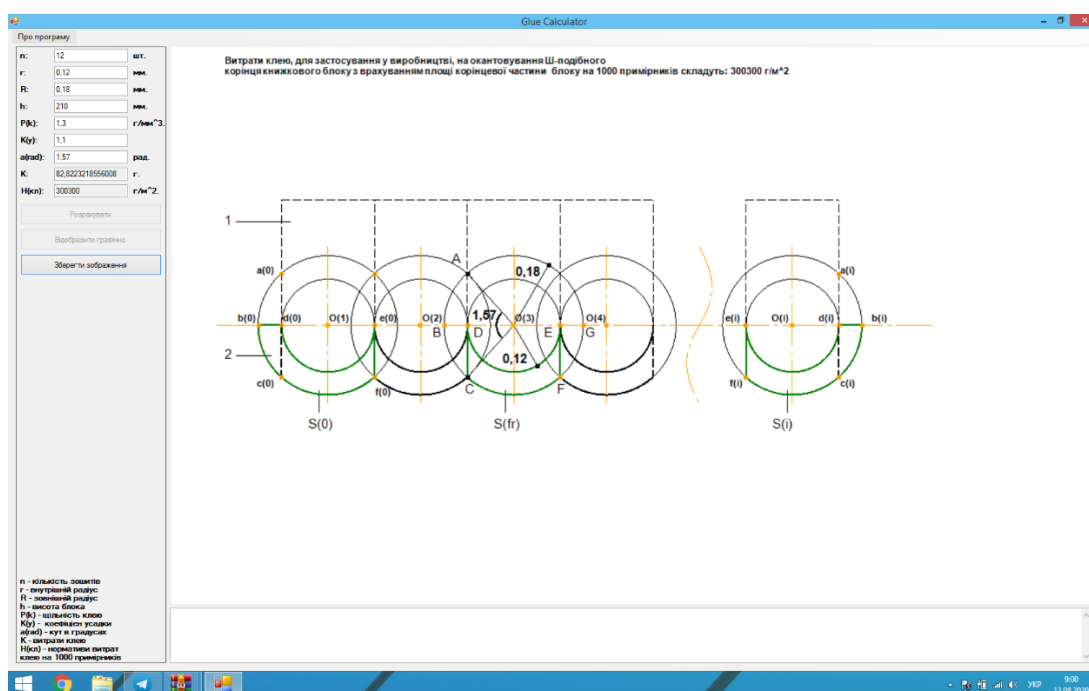
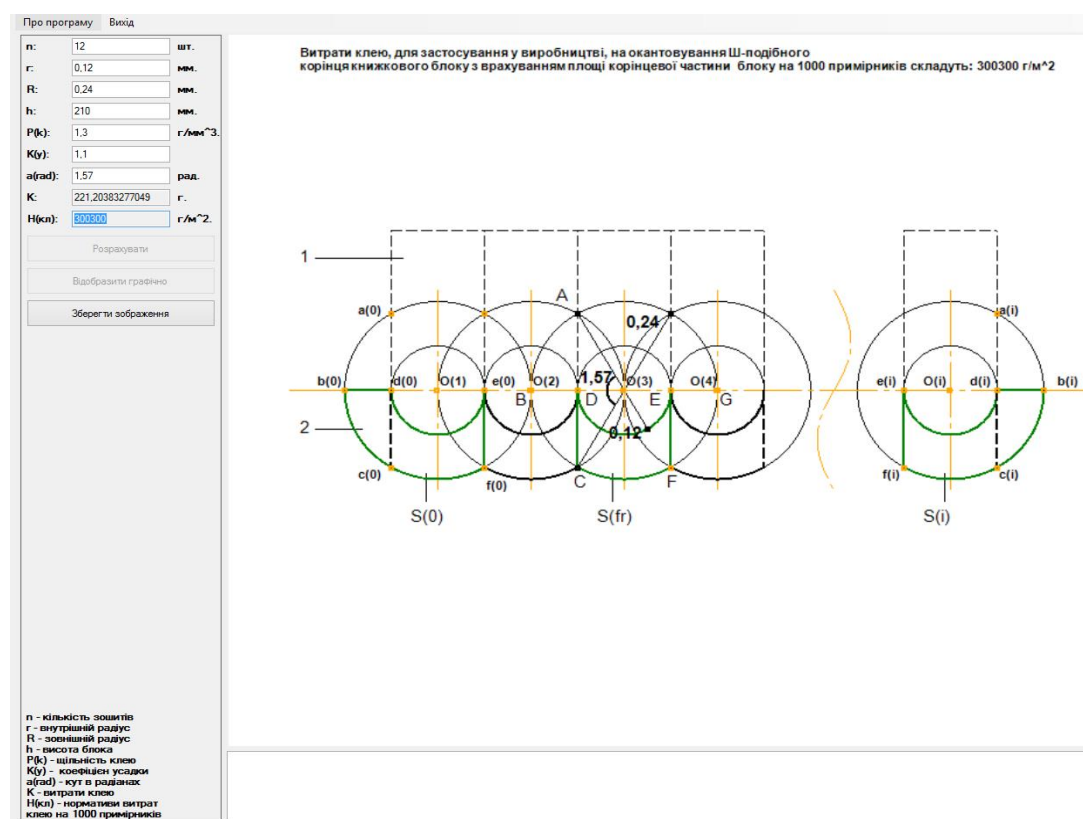


Рис. 3.7.7. Блок схема алгоритму імітаційної моделі обрахунку товщини клейового шару



a



б

Рис. 3.7.8. Приклади автоматизованого розрахунку кількісних показників витрат клею для окантовування Ш-подібної кінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками на одну тисячу примірників, а – для товщини шару 0,06 мм, б – для товщини шару 0,12 мм

В результаті автоматизованого обрахунку витрат клейових полімерних композицій в процесі скріплення Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками можливим є отримання кількісних показників витрат клею на одну тисячу примірників. А також отримання графічної побудови перерізу клейового шару для підбирання відповідного профільного валу нанесення клею в клейовому механізмі блоко-оброблювального агрегату.

Висновки до розділу 3

1. Аналіз етапів моделювання деформації окантовувального клейового шару книжкового блоку, зшитого нитками, виявив необхідні для практичного врахування процеси розтягування і стискання корінцевої клейової полімерної пластини зі знакозмінним характером навантажень під час її перегинання. А також особливості появи пошкоджень і руйнувань, утворених інтенсивною експлуатацією книги при багаторазових перегортаннях сторінок і зошитів

2. З метою вдосконалення експлуатаційних показників клейових шарів, нанесених на Ш-подібну корінцеву частину книжкових блоків зшитих нитками, запропоновано метод експериментального пошуку оптимального співвідношення між товщиною клею та зусиллями, що виникають при розкриванні книги.

Виявлено й експериментально підтверджено розрахунковий взаємозв'язок між розмірними показниками товщини клею та зміною співвідношень кутів обхвату і дотичних кутів. Які доцільно попередньо вимірювати перед налаштуваннями клейових апаратів книжкових ліній, що сприятиме мінімізації витрат клею та скороченню терміну технологічних налаштувань.

Метод вимірювання дотичних кутів і кутів обхвату, які співвідносні до змін товщини клейового шару, випробувано і впроваджено на провідному підприємстві поліграфічної галузі України Державному видавництві «Преса України». Який підтвердив практичну можливість скорочення витрат клею до 10-11%, в порівнянні з чинними державними нормативами.

3. Для отримання опису пружно-пластичного стану Ш-подібної корінцевої частини книжкового блоку розроблено алгоритм етапів впливу товщини клейового шару, який відтворено на порівняльному експериментальному прикладі. В процесі проведення експерименту здійснено фіксоване дискретне перегинання двох клейових пластин різної товщини у двох тотожних блоках. Внаслідок чого досліджено деформацію увігнутих півкруглих контурів внутрішньої частини клейових пластин, дотичних до зошитових фальців.

Зусилля, що виникають в процесі експлуатаційних навантажень, і які розтягують і руйнують поверхневу частину клейової пластини, графічно відтворено на епюрах пружно-пластичної деформації Ш-подібної корінцевої частини книжкового блоку.

4. Визначено розмірні залежності між збільшенням, на постійний фіксований показник, товщини нанесеного клею на корінцеву частину фальців зошитів, зшитих нитками у книжковий блок і зміною кутів, що визначають змінні координати розташування повторюваних півкруглих сегментів клейового шару.

Побудовано графіки змін координатних кутів і точок перетину графіків на підставі отриманих в процесі експериментальних вимірювань залежностей між зміною товщини клейового шару і відповідною зміною кутів.

5. Для моделювання впливу зміни товщини клейового шару, від t мм до $t + \Delta_{1...i}$ мм, де $\Delta_{1...i} = const$, на кути обхвату і дотичні кути, а, відповідно, зміни прикладених зусиль розкривання книжкового блоку, побудовано розрахункові схеми визначення моментів сили, прикладених в дискретних місцях перегинання клейової пластини

Розраховано, що найбільші зусилля для перегинання клейової пластини прикладено на вершині дельтоподібних ділянок, через їх додаткову товщину у порівнянні з півкруглими ділянками.

6. Розроблено методику розрахунку кількості клейової композиції, для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, що враховує їх

геометричні особливості, забезпечує основні експлуатаційні характеристики, а також сприяє мінімізації витрат клею в технологічному процесі.

РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК

Конкурентне середовище, що створюють новітні засоби електронних носіїв інформації, в яких можливо розмістити численні різноманітні видавничі твори, спонукає галузь книжкової індустрії до пошуків оригінальних засобів здешевлення технологічних процесів та створення виробів, що за вагою, ергономічними властивостями та іншими факторами можуть підсилювати перелік наявних переваг книжкової продукції [104].

Вибір конструкції напівжорстких обкладинок, що виготовлюються з одного аркуша палітурного матеріалу для покриття книжкових блоків зшитих нитками, передбачає застосування палітурних матеріалів і їх розмірну кількість з врахуванням показників міцності виготовлених обкладинок. Окрім першої й другої сторінок в обкладинках присутні додаткові елементи у вигляді крайок і клапанів різних розмірів, що утворюють після загинання частково подвійну структуру, або повністю подвійну структуру без проклеювання по внутрішній площині, або подвійну клеєну по внутрішній площині дотичних складових обкладинки [104].

Технологічність виготовлення книжкової продукції із застосуванням напівжорстких обкладинок сприяє зменшенню кількості технологічних операцій, мінімізації витратних матеріалів, з одночасним збереженням основних експлуатаційних показників, притаманних палітуркам. Підтримуються і широкі можливості художнього оздоблення напівжорстких обкладинок різноманітними сучасними засобами [104].

4.1. Визначення конструктивних відмінностей ресурсоощадних напівжорстких книжкових обкладинок

Завданням дослідження конструктивних відмінностей та розробки класифікації напівжорстких книжкових обкладинок є аналіз їх просторової

побудови, наявність і геометрична конфігурація додаткових елементів у вигляді крайок і клапанів. Які формують розмірні площини утвореної клеєної структури, суцільної, або фрагментарної, а також застосування палітурних клеїв, визначення ділянок та зон їх нанесення на розгортки заготовок. Порівняльне визначення міцності і жорсткості обкладинок, набутих внаслідок приклеювання додаткових конструктивних елементів, сприятиме визначенню меж можливого застосування напівжорстких обкладинок замість палітурок [105].

Тому для досягнення додаткових показників міцності, в порівнянні з показниками міцності обрізних обкладинок, без суттєвого збільшення витратної складової, використовуються конструкції обкладинок, що утворюють різноманітні просторові конструкції. В яких елементи, що утворюють частково подвійну, або суцільну подвійну структуру, приклеюються вздовж окремих вузьких стрічкових ділянок нанесення клею, або по всій площині основної частини обкладинок [119, 121, 105].

В першу чергу, до таких конструкцій обкладинок підвищеної жорсткості можливо віднести обкладинки [119, 121] в склад яких входять дві сторінки, корінець і фрагмент продовження першої сторінки у вигляді клапана (рис. 4.1.1,*a,b*) [105].

Утворюється подвійна просторова конструкція першої сторінки обкладинки, завдяки клапану, приклеєному вузькою смужкою клею вздовж корінцевої частини першої й другої сторінок обкладинки [105].

Технологічний процес виготовлення обкладинок з подвійними першою сторінкою і корінцем полягає у розрізуванні надрукованого і ламінованого з однієї сторони паперу на розгортки за розмірами позначеними на рис. 4.1.1, нанесенні смужок клею вздовж корінцевих згинів на сторінки обкладинки шириною 5-10 мм, загинанні клапану по передньому полю першої сторінки обкладинки й приклеюванню клапану до обкладинки в місцях нанесення смужок клею [119, 105]].

На рис. 4.1.1, *a* зображена розгортка обкладинки у якої [119, 105]:

S – довжина розгортки обкладинки;

H – ширина розгортки;

T_k – ширина зовнішньої деталі, яка огинає корінцеву частину обкладинки;

t_k – ширина внутрішньої корінцевої частини обкладинки;

t – ширина ділянки розгортки, що загинається на другу сторінку обкладинки (рис. 4.1.1,б)

s_1, s_2, s_3 – ширина ділянок розгортки за розмірами обрізного формату книжкового блоку;

l_{k1}, l_{k2} – ширина ділянок нанесення клею на розгортку обкладинки.

На рис. 4.1.1,з відтворена конструкція книжково-журнальної обкладинки для покриття блоків, в склад якої входить дві сторінки обкладинки, корінець і на першій та другій сторінках обкладинки є клапани по передньому обрізі, ширина яких збільшена настільки, що їх кінці з'єднуються і приклеюються по обидві сторони від корінця обкладинки [105].

В результаті цього, корінцева частина обкладинки має подвійну просторову структуру, в якій внутрішня поверхня складається із двох загнутих вузьких крайок, розташованих на кінцях основних клапанів, що частково перекривають один одного, але не створюють додаткової жорсткості для його зовнішньої частини [121, 105].

Технологія виготовлення обкладинок з подвійними першою та другою сторінками і корінцем, полягає, в першу чергу, в розрізуванні надрукованого і ламінованого з однієї сторони паперу. На розгортки заготовок обкладинок нанесенні смужки клею вздовж корінцевих згинів сторінок обкладинок шириною 5-10 мм [105].

Клапани по передньому обрізу першої та другої сторінок обкладинок загнуті всередину і приклеєні до сторінок обкладинок в місцях нанесення смужок клею. Кінці кожного клапану ширші за сторінки обкладинки на ширину корінця книги й утворюють з внутрішньої частини подвійний просторовий корінець (рис. 4.1.1, з) [121, 105].

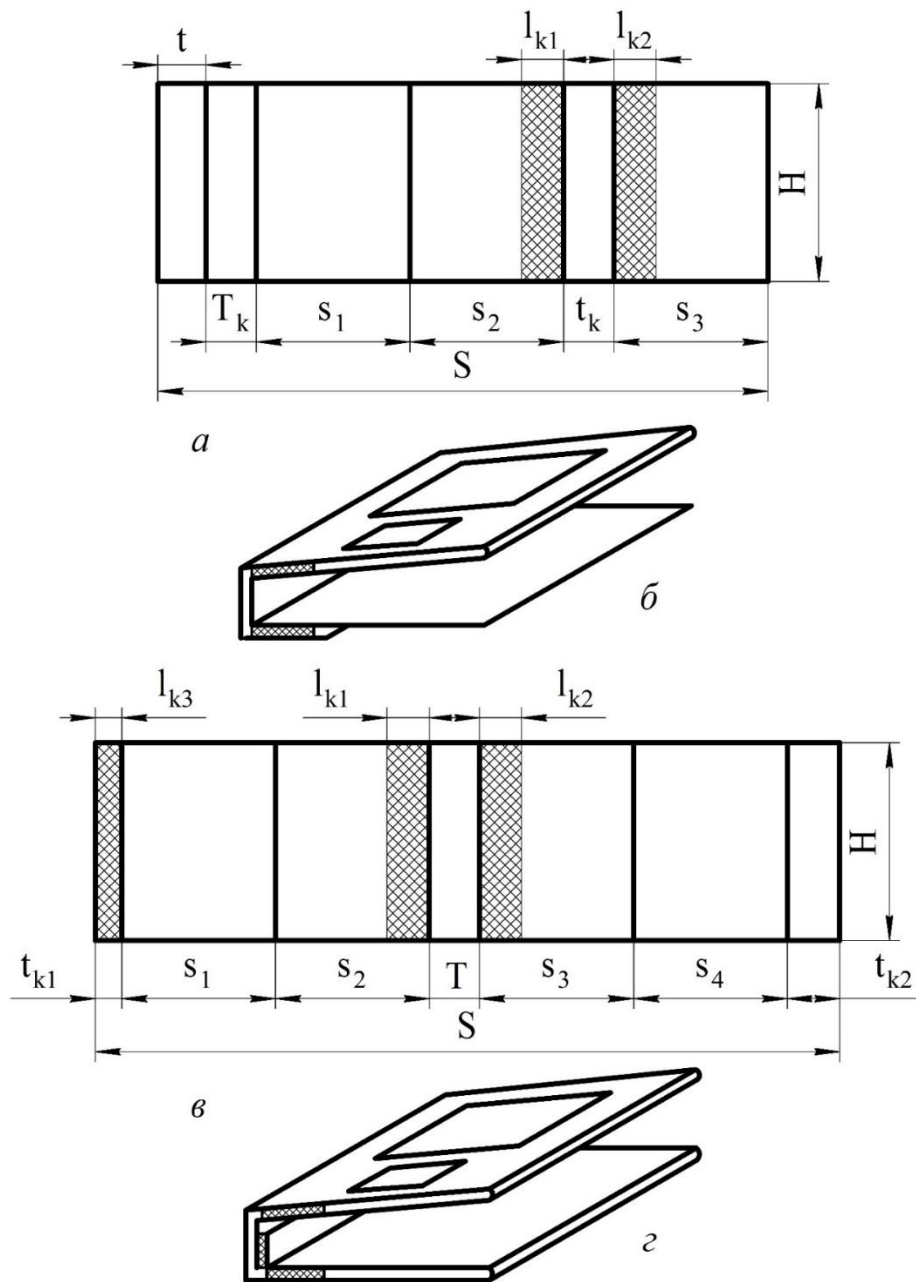


Рис. 4.1.1. Обкладинки з подвійною просторовою конструкцією, виготовлені з однієї деталі

На рис. 4.1.1, в зображена розгортка обкладинки на якій позначено :

S – довжина розгортки обкладинки;

H – ширина розгортки обкладинки;

T – ширина корінцевої частини обкладинки;

t_{k1}, t_{k2} – ширина клапанів, що з'єднуються у внутрішній корінцевій частині обкладинки;

s_1, s_2, s_3, s_4 – ширина ділянок розгортки за розмірами обрізного формату книжкового блоку;

l_{k1}, l_{k2}, l_{k3} – ширина ділянок нанесення клею на розгортку обкладинки.

Попри значну експлуатаційну тривалість використання представлених конструкцій обкладинок підвищеної жорсткості, у порівнянні з обрізними обкладинками, необхідно відзначити, що недоліком таких обкладинок є швидке розтріпування обрізів, руйнування та загинання кентів. Недостатня жорсткість на згинах, в яких відсутнє попереднє біговання, сприяє пришвидшеному руйнуванню обкладинок і поступовій втраті привабливого вигляду книжок при користуванні [105].

Подвійна просторова конструкція першої та другої сторінок обкладинки, утворена клапанами, приклеєними вузькими смужками клею вздовж корінцевої частини, в процесі розкривання книжки, створює додаткове напруження на вигинання корінця. І сприяє прискореному руйнуванню зовнішньої корінцевої частини, просторової конструкції корінця, а також в місцях приклеювання верхньої частини обкладинки до нижньої, що, в результаті, збільшує деформацію всієї обкладинки [105].

Для надання додаткової жорсткості обкладинкам, що виготовляються з однієї деталі, в конструкцію розгорток таких обкладинок додатково приєднують до прямокутної форми першої й другої сторінок елементи, що утворюють ребра жорсткості тільки контурної частини обкладинки, внаслідок загинання і приклеювання вузьких крайок, як це показано в інтегральних обкладинках на рис. 1.3.1,в. Або вводять в конструкції розгорток обкладинок клапани, що не тільки створюють ребра жорсткості контурної частини обкладинок, але й утворюють подвійну структурну композицію із палітурних матеріалів обкладинок, внутрішня частина якої заповнена клейовими шарами різної товщини (рис. 1.4.3) [105].

Здійснення біговки на розгортках обкладинок, представлених на рис. 4.1.2,б, вздовж їх прямокутних частин, у повздовжньому і поперечному напрямках, по одинарних лініях, позначених пунктирами, забезпечить виготовлення обкладинок шляхом загинання клапанів в сторону внутрішньої частини для отримання тільки пласкої прямокутної форми з подвійною товщиною палітурного матеріалу з якого була висічена заготовка [105].

При бігованні розгорток обкладинок по двох паралельних і рознесених одна від одної на розмірну відстань $t_{зм}$ ліній, позначених на рис. 4.1.2, b_1 , утворюється об'ємна конструкція із повітряною кишенею між лицьовою стороною обкладинки і загнутими до середини клапанами [105]. В залежності від геометричних розмірів клапанів обкладинки можливо створити просторову конструкцію із вигнутою лицьовою частиною (рис. 4.1.2, b_1), або прямокутною частиною (рис. 4.1.2, b_2). За конструктивної необхідності, викликаній дизайном обкладинки, можливим є створення просторової обкладинки з ввігнутою лицьовою поверхнею [105].

Просторові обкладинки, як палітурки й такі, що мають подвійну пласку клеєну конструкцію, приклеюються до форзаців книжкового блоку під час вставки блоків в обкладинку. Окрім того, можливим є спочатку приклеювання форзаців до просторових обкладинок, а потім приклеювання обкладинок з'єднаних з форзацами до книжкових блоків [105].

Лінії згинів, отримані під час біговання клапанів, можуть утворювати собою дві паралельні групи, в межах зовнішнього краю, які в результаті загинання складових обкладинок, до конструктивно визначеного виду, формують за розмірними показниками товщину повітряної кишені по контуру обкладинок [105].

Оскільки такі просторові обкладинки є типом напівфабрикату у якого клапани не приклеюються до внутрішньої поверхні першої й другої сторінок обкладинок, а формуються шляхом фальцювання і загинання, тому свою остаточну форму обкладинки з клапанами отримують в процесі приклеювання до книжкового блоку. Під час технологічного виготовлення таких обкладинок

скорочено витратну складову застосування палітурного клею, яка не використана для приклеювання клапанів [105].

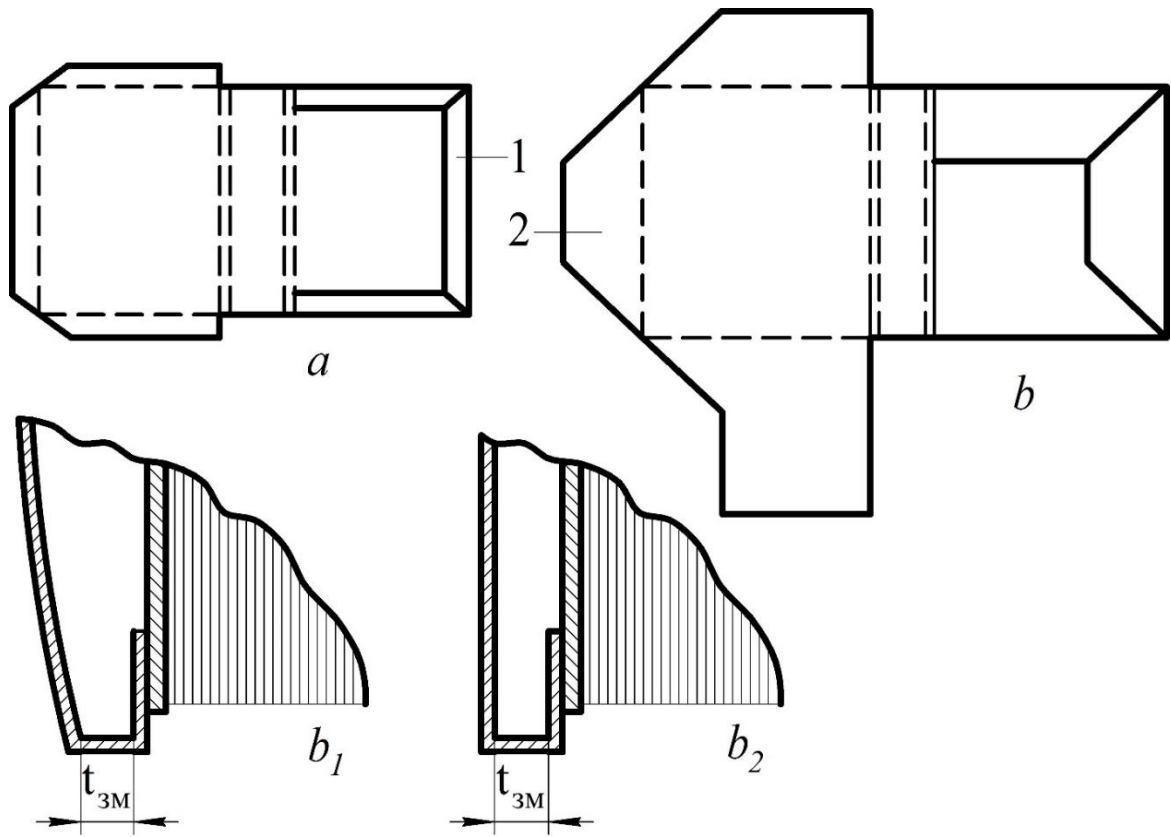


Рис. 4.1.2. Конструктивні побудови подвійних обкладинок із крайками й клапанами, 1 – крайки; 2 – клапани.

Товщину просторової обкладинки і її зовнішній вигляд можливо легко трансформувати шляхом зміни форми або кількості біговальних ліній у місцях формування просторової конструкції. Цей нескладний спосіб зміни товщини палітурки спрощує отримання різних кишень і відділень, для розташування в них окремих поліграфічних виробів у вигляді буклетів, запрошень, візиток, різноманітних видів презентаційної продукції незначних розмірів та ін., що входять в комплект книжкового видання окремими складовими елементами [105]. Можливість змінювати товщину обкладинки також спрощує використання різних способів друкування, отримання профільованих поверхонь з передачею тиску по площині розгортки заготовки обкладинки. Вага просторової обкладинки підвищеної жорсткості, виготовленої з однієї

деталі-заготовки, з урахуванням не клейової збірки, буде складати лише частку ваги наявних твердих оправ для книжкової продукції і залишатися на рівні 30-40% від них [104].

Для визначення показників міцності й впливу на них конструктивних відмінностей обкладинок підвищеної жорсткості проведено експериментальні дослідження зразків обкладинок виготовлених із відібраного широко застосовуваного виду крейдованого паперу з вибіркою маси, що використовується для виготовлення обкладинок (крейдований папір Lumі Forte (Stora Enso, Фінляндія) масою 130, 150, 170, 250, 300, 350 г/м²) [104].

Для проведення експериментальних досліджень і визначення показників міцності обкладинок підвищеної жорсткості, виготовлених із відібраного виду паперу, виокремлені заготовки подвійної товщини без проклеювання та подвійної товщини з проклеюванням дотичних площин. Для проклеювання і створення подвійної конструкції заготовок використаний палітурний термоклей Technomelt Q 3183 (Німеччина), що має сприятливі адгезійні властивості прискореного склеювання зразків крейдованого паперу і використання їх для дослідження [104].

Аналіз отриманих результатів дослідження відтворений на гістограмі зображеній на рис. 4.1.3. Для визначення порівняльних коефіцієнтів маси зразків паперу та показників міцності за одиницю відліку довільно обрано папір масою 130 г/м², як початковий лінійки вибірки мас. Збільшення спостерігалось з показниками пропорційності у 1,15; 1,31; 1,92; 2,31; 2,7 рази [104].

Результати проведених вимірювань і отриманих розмірних показників міцності склеєних і подвійних зразків паперу для виготовлення напівжорстких обкладинок, враховуючи критерії ефективності використання матеріальних ресурсів, викликають необхідність враховувати їх в процесі підготовки технічного завдання. Відповідно, порівняльні коефіцієнти показників міцності склеєних зразків збільшуються послідовно у 1,125; 1,55; 1,75; 1,93; 2,51 рази, а порівняльні коефіцієнти показників міцності подвійних зразків збільшуються

послідовно у 1,11; 1,48; 1,64; 1,8; 2,59 рази, відносно маси паперів, що досліджувались [104].

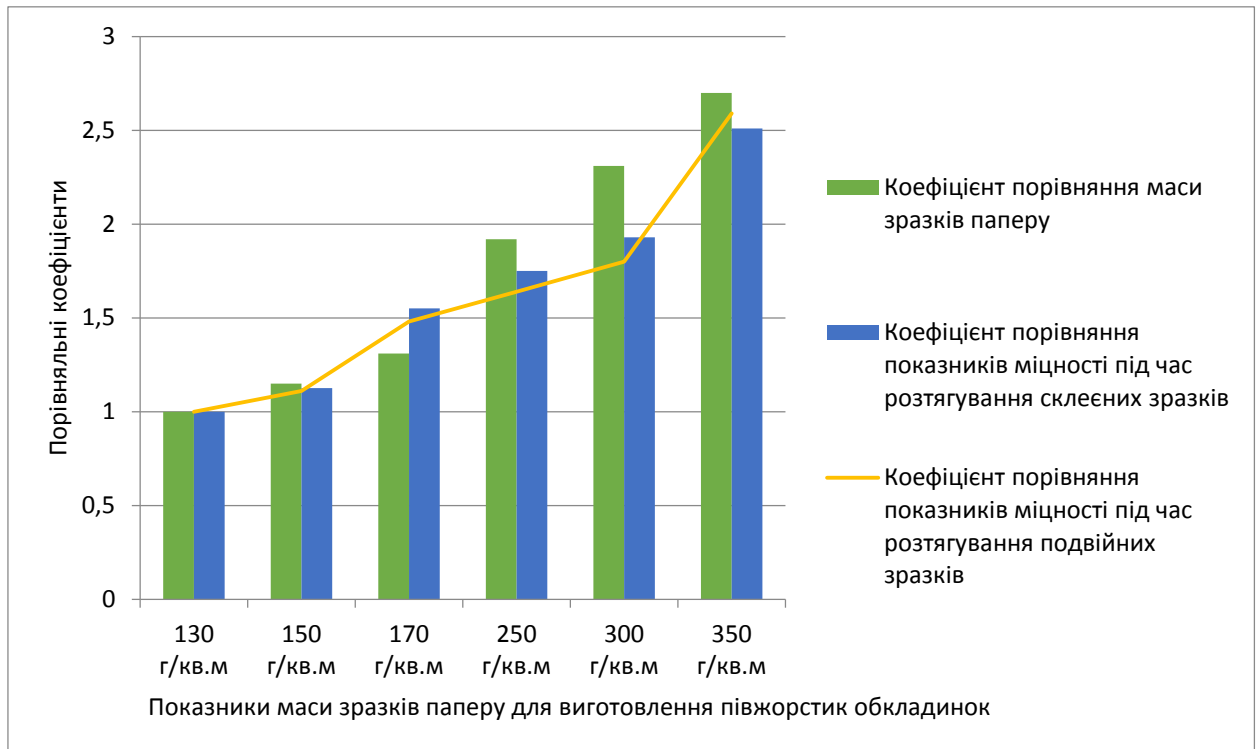


Рис. 4.1.3. Порівняльні графіки міцності подвійних і клеєних зразків паперів для обкладинок

4.2. Розробка класифікації напівжорстких книжкових обкладинок

Визначення основних чинників, що мають бути враховані при розробці класифікації напівжорстких обкладинок базується на підставі аналізу тенденцій і напрямків сучасних технологій виготовлення книжкової продукції, конструктивних особливостей побудови книжкових оправ та засобів їх скріплення з книжковими блоками.

Розробка інноваційних, ресурсоощадних і ергономічних книжкових оправ сприяє не лише значній мінімізації витратної складової технологічного виготовлення, а також сприяє підвищенню експлуатаційних показників, тривалості використання книжкової продукції, зносостійкості і її конкурентної якості.

Залучення до виготовлення книжкових оправ сучасних палітурних матеріалів потребує дослідження, на стадії вхідного контролю матеріалів у поліграфічне виробництво, їх технологічних, фізико-механічних властивостей і факторів впливу на їх передчасне руйнування [34].

Враховуючи визначений поділ книжкових оправ на обкладинки й палітурки, створення обкладинок підвищеної жорсткості, із властивостями частково запозиченими із відомих конструкцій палітурок, формує завдання структурування і побудови їх класифікації [104].

Яка враховує чинники створення, що їх можливо віднести до категорії ресурсоощадних напівжорстких книжкових обкладинок, що знаходяться на проміжному конструкційному й експлуатаційному відтинку між обкладинками й палітурками [104].

В перелік напівжорстких книжкових оправ можливо зарахувати вироби, які використовують ускладнену конструкцію для поліпшення видання в порівнянні з обкладинками, виготовленими з палітурного матеріалу одинарної товщини [104].

Застосовують засоби, які забезпечують необхідну міцність книжок при використанні порівняно дешевих матеріалів. Широко використовують для обкладинок і палітурок нові матеріали виготовлені за спрощеними технологіями, сировиною для яких, в першу чергу, слугує перероблена паперова і картонна макулатура. Залучення таких матеріалів не обмежує застосування різноманітних способів оформлення книжкових оправ для підвищення художньої виразності видань [104].

Основними факторами й чинниками побудови такої класифікації є умова виготовлення книжкової оправи з однієї заготовки, а також утворення доданої міцності й жорсткості, у порівнянні з обрізними обкладинками, внаслідок подвійної просторової конструкції, як без проклеювання, так і з частковим, або суцільним проклеюванням корінця і сторінок обкладинок.

В класифікації напівжорстких обкладинок, окрім їх конструктивних відмінностей, що сприяють додатковій міцності й жорсткості, в порівнянні з

обрізними обкладинками, враховано фактор використання обкладинок в сегменті з книжковими блоками не тільки, як заміну обрізним обкладинкам, внаслідок підвищених експлуатаційних показників зносостійкості і тривалості використання.

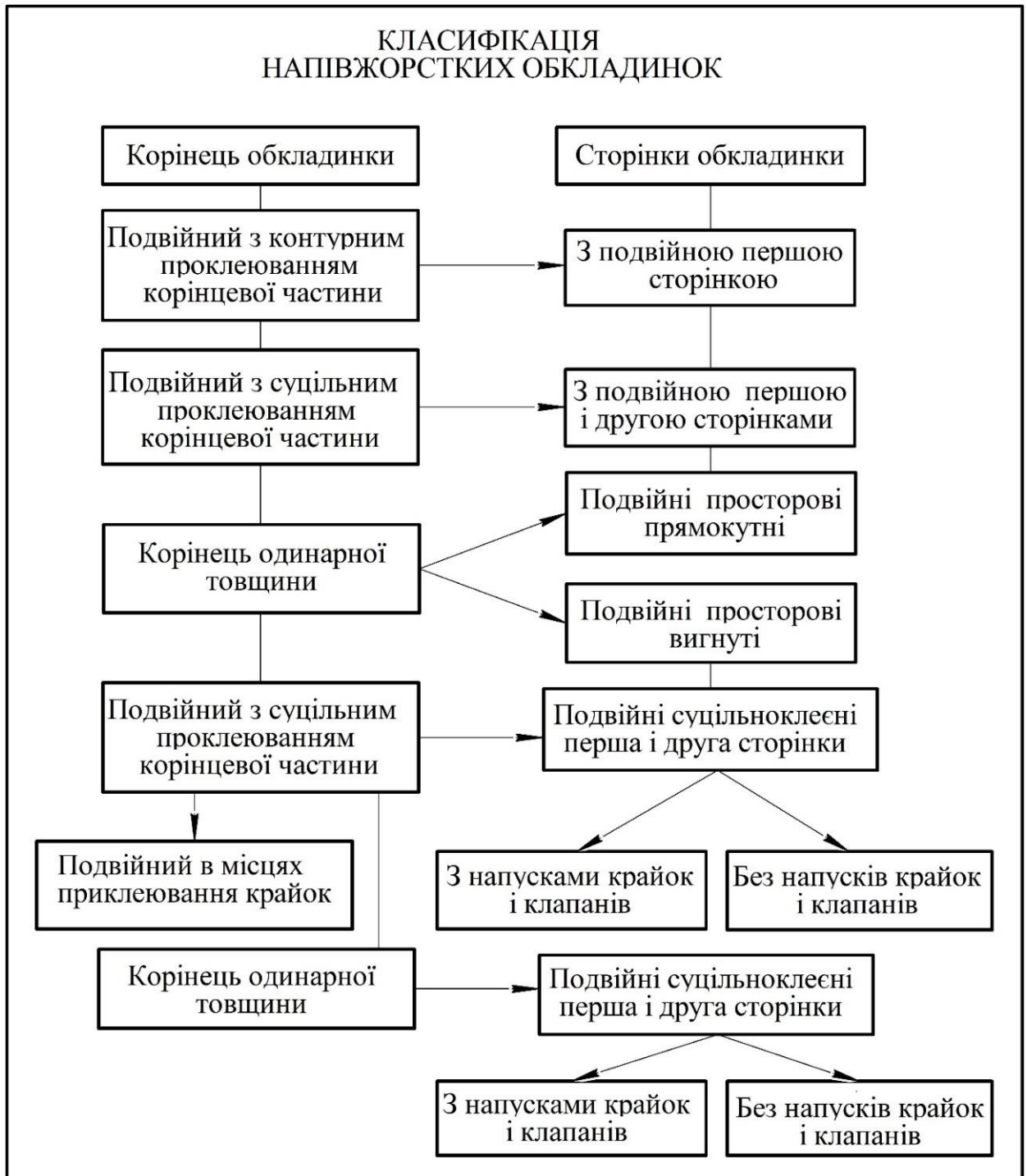


Рис. 4.2.1. Класифікація напівжорстких обкладинок

А також, як повноцінну заміну палітуркам, що приєднуються до книжкових блоків зшитих нитками через приклеювання їх до форзаців. В контурних розмірах напівжорстких обкладинок, у таких з'єднаннях, враховано розміри для утворення кантів по верхньому, нижньому і передньому полю книги, на відміну від обкладинок для скріплення НКС.

Запропонована класифікація напівжорстких обкладинок умовно поділена на два напрямки. Кожний із яких розгалужується, як окремою гілкою різних властивостей, так і у переплетінні конструктивних побудов обкладинок, що об'єднують окремі чинники з обох напрямків.

У порівнянні з обрізними обкладинками набуття додаткової міцності й зносостійкості напівжорстких обкладинок формується, як за допомогою конструктивних змін корінцевої частини, так і сторінок обкладинок.

Корінцева частина напівжорстких обкладинок складається із декількох конструктивних варіантів, що присутні в основній масі проєктованих й виготовлених напівжорстких обкладинок.

Це корінцева частина обкладинок з одинарною товщиною палітурного матеріалу, подвійною, з контурним проклеюванням вздовж вузьких (2-3 мм) стрічкових ділянок, подвійною, лише в місцях приклеювання крайок і подвійною з суцільним проклеюванням.

Значне розмаїття притаманне і конструктивним особливостям побудови сторінок напівжорстких обкладинок, які можливо, в першу чергу, виокремити за основу, як характерні признаки. Це плоске щільне подвоєння першої сторінки, або першої й другої сторінок обкладинки без проклеювання, або з проклеюванням.

Наступним є формування просторових конструкцій першої й другої сторінок обкладинок, у яких частина обкладинки, що створює подвійну структуру для першої і другої сторінок, відстоїть від основної структурної частини на певну відстань, визначену конструктивною побудовою обкладинок. Окрім того, зовнішня частина подвійної просторової конструкції

таких обкладинок створює в перерізі прямокутний профіль, вигнутий зовні, або ввігнутий зовні.

І завершальним в побудові конструкцій напівжорстких обкладинок, у яких перша і друга сторінки мають подвійну суцільно клеєну структуру, є фактор приклеювання крайок і клапанів з напусками в місцях умовних стиків, або без напусків в місцях стиків.

Приклеювання крайок і клапанів без напусків в місцях стиків сприяє утворенню плоскої частини на обкладинках для приклеювання форзаців і відсутності зовнішніх дефектів на поверхнях форзаців після їх приклеювання до напівжорстких обкладинок.

4.3. Розробка технології виготовлення напівжорстких обкладинок та оптимізація їх параметрів

Завдання створення нових спрощених обкладинок з однієї деталі, але таких, що мають підвищені показники міцності та зносостійкості, по зрівнянню з іншими конструкціями книжкових оправ, вирішується у запропонованому автором варіанті [116, 105] у вигляді конструкції напівжорстких книжкових обкладинок для покриття блоків, підібраних по зошитно і зшитих нитками. У яких подвійна товщина утворена загинанням і приклеюванням до площини всієї поверхні першої й другої сторінок обкладинок крайок у верхньому та нижньому полі. А також клапанів по передньому полю, що сприяє збільшенню міцності й жорсткості утвореної клеєної конструкції, яка покращує експлуатаційні властивості обкладинок при довготривалому споживчому відкриванні книжкових блоків [105].

Поставлене завдання вирішується тим, що конструкція напівжорсткої обкладинки складається із розгортки за розмірами розгорнутої обкладинки для книжкового блоку (дві ширини блоку плюс товщина блоку), а також крайок, шириною 5-18 мм у верхньому та нижньому полі обкладинки, та двох клапанів у передньому полі першої та другої сторінок обкладинки. Які за розмірами дорівнюють першій й другій сторінкам обкладинки і, які, крайки

й клапани, загнуті та приклеєні до внутрішньої площини основної частини обкладинки (рис. 4.2.1) [105].

На рис. 4.2.1,*a,b* зображена конструкція книжкової обкладинки, в якій присутні крайки шириною 5-18 мм у верхньому та нижньому полі обкладинки й два клапани, які за розмірами дорівнюють першій та другій сторінкам обкладинки. Клапани загнуті всередину по передньому полю першої й другої сторінок обкладинки й приклеєні до них по всій площині, після того, як загнуті всередину і приклеєні крайки у верхній і нижній частинах першої і другої сторінок обкладинки [116, 105].

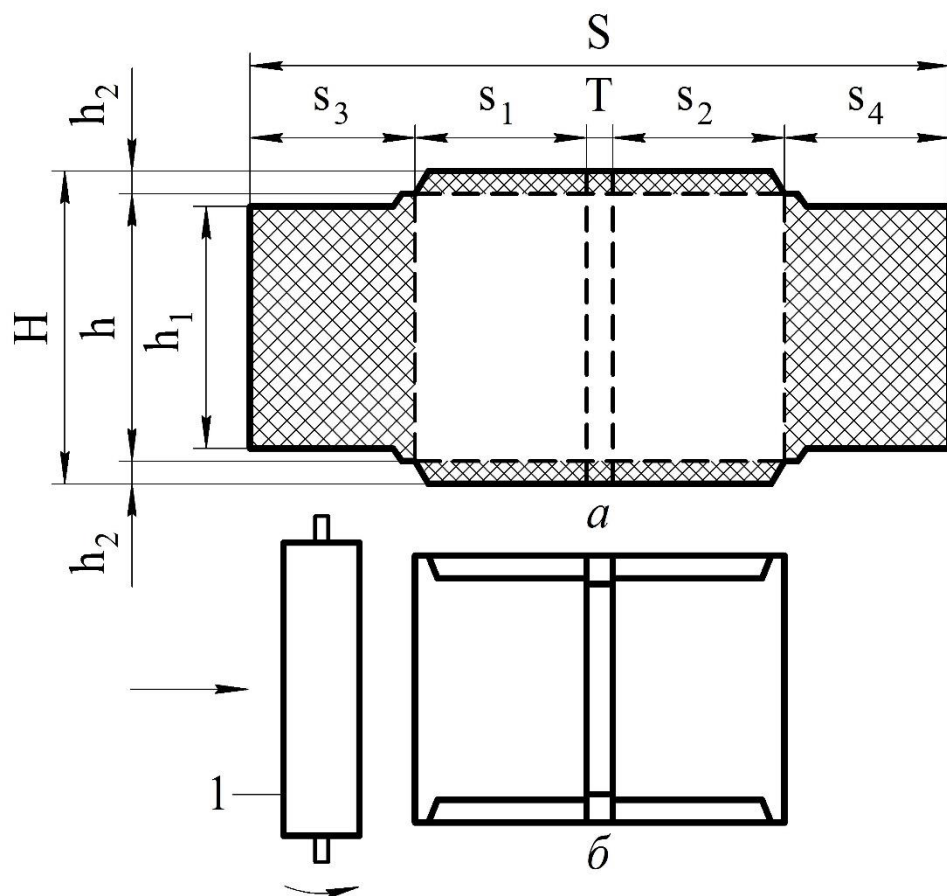


Рис. 4.2.1. Конструкція напівжорсткої обкладинки з крайками й клапанами
a – розгортка обкладинки із зонами нанесення клею; *б* – обкладинка після склеювання; 1 – каландр.

Ширина розгортки обкладинки s дорівнює:

$$S = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + T, \quad (4.2.1)$$

$$s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = s,$$

$$S = 4s + T,$$

де s_1 – ширина першої сторінки обкладинки,

s_2 – ширина другої сторінки обкладинки,

s_3 – ширина клапана першої сторінки обкладинки,

s_4 – ширина клапана другої сторінки обкладинки,

T – товщина блоку книги.

Висота розгортки обкладинки H дорівнює:

$$H = h + 2h_2, \quad (4.2.2)$$

де h – висота обкладинки книги,

h_2 – ширина верхньої й нижньої крайок 5-18 мм.

Схему конструктивної побудови розгортки напівжорсткої обкладинки показано на рис. 4.3.1,*a* [105].

Технологічний процес виготовлення напівжорстких обкладинок полягає у наступних операціях [105]:

- висікання, з одночасним бігуванням ліній згину, розгортки із крайками 5-18 мм у верхній і нижній частинах першої й другої сторінок обкладинки, а також клапанами по передньому полю першої й другої сторінок із цілісного аркуша тонкого картону 0,3 - 0,8 мм, або щільного паперу масою 250-400 г/м²;

- нанесення клею на крайки й клапани розгортки (заштрихованими ділянками показані місця нанесення клею перед загинанням крайок і клапанів);

- загинання і приклеювання спочатку крайок (один технологічний процес), а потім клапанів (другий технологічний процес) до внутрішньої сторони розгортки обкладинки; полімеризація клею і каландрування до завершення утворення напівжорсткої обкладинки (рис. 4.3.1,*b*) [116, 105].

Враховуючи те, що приклеювання крайок і клапанів до внутрішньої частини обкладинки відбувається з частковим перекриттям їх конструктивних поверхонь, можливе рельєфне відтворення ділянок перекриття, через форзацний папір (при використанні паперу менш як 170 г/м²), після вставки книжкового блоку в таку обкладинку [116. 105].

Для подолання вказаної технологічної особливості автором запропонована конструкція обкладинки підвищеної жорсткості із суцільним полем приклеєних елементів розгортки обкладинки без утворення напусків у місцях їх з'єднання [117, 105]. Окрім того, можливим є створення попередньої конструкції напівжорсткої обкладинки (рис. 4.3.1) також без напусків в місцях стиків крайок і клапанів.

Враховуючи те, що в конструкції напівжорсткої обкладинки, зображеної на рис. 4.3.1, присутня корінцева частина одинарної товщини палітурного матеріалу, з якого виготовлена обкладинка, для розширення конструктивної різноманітності напівжорстких обкладинок запропонована конструкція обкладинки подвійної товщини з проклеюванням по всій площині [117, 105].

Для досягнення поліпшених експлуатаційних властивостей конструкція книжкової обкладинки підвищеної жорсткості, модифікації яких використовуються для покриття блоків, підібраних по зошитно і зшитих нитками, складається, в першу чергу, з розгортки за розмірами розгорнутої обкладинки (дві ширини блоку плюс товщина блоку) [105].

А також додаткових чотирьох клапанів, за допомогою яких подвійна товщина утворюється загинанням і приклеюванням до всієї поверхні внутрішньої частини обкладинки чотирьох клапанів, у вигляді трикутників, одні сторони яких складають діагональ обкладинки, а інші перпендикулярні до діагоналі (рис. 4.3.2,*a,b*) [105].

Біговання місць загинань клапанів до приклеювання відбувається одночасно із висіканням контурної частини за один технологічний цикл (рис. 4.3.2,*a*) [105].

Біговання ліній згинання корінцевої частини обкладинок перед вставкою книжкових блоків відбувається, на відміну від попередньої конструкції напівжорсткої обкладинки, після приклеювання клапанів і утворення подвійної суцільної структури обкладинки (рис. 4.3.2,*б*) [105].

Необхідно відзначити, що для утворення суцільної подвійної проклеєної конструкції напівжорстких обкладинок в склад додаткових конструктивних

елементів обкладинок можуть входити клапани різної геометричної конфігурації [28], що утворюють суцільну приклеєну внутрішню поверхню обкладинки (рис. 4.3.3) [117, 105].

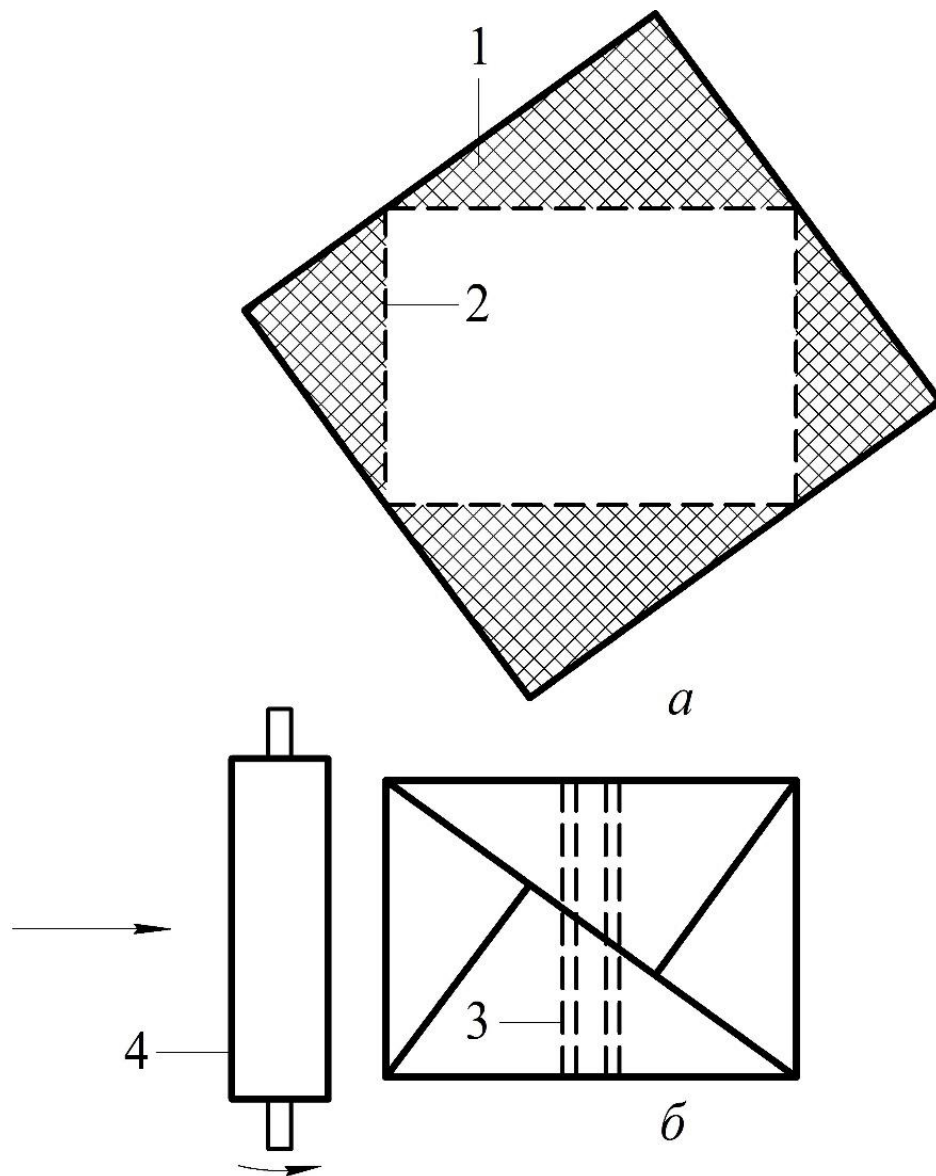


Рис. 4.3.2. Конструкція напівжорсткої обкладинки з трикутними клапанами, *а* – розгортка обкладинки; *б* – обкладинка після склеювання; 1 – ділянки нанесення клею; 2 – місця біговань до загинання клапанів; 3 – місця біговань після загинання і приклеювання клапанів; 4 – каландр.

Використання конструктивних особливостей таких обкладинок для збільшення їх міцності й жорсткості при довготривалому відкриванні блоків

покращує експлуатаційні якості обкладинок, сприяє простоті виготовлення, є гнучкими й зручними в обігу.

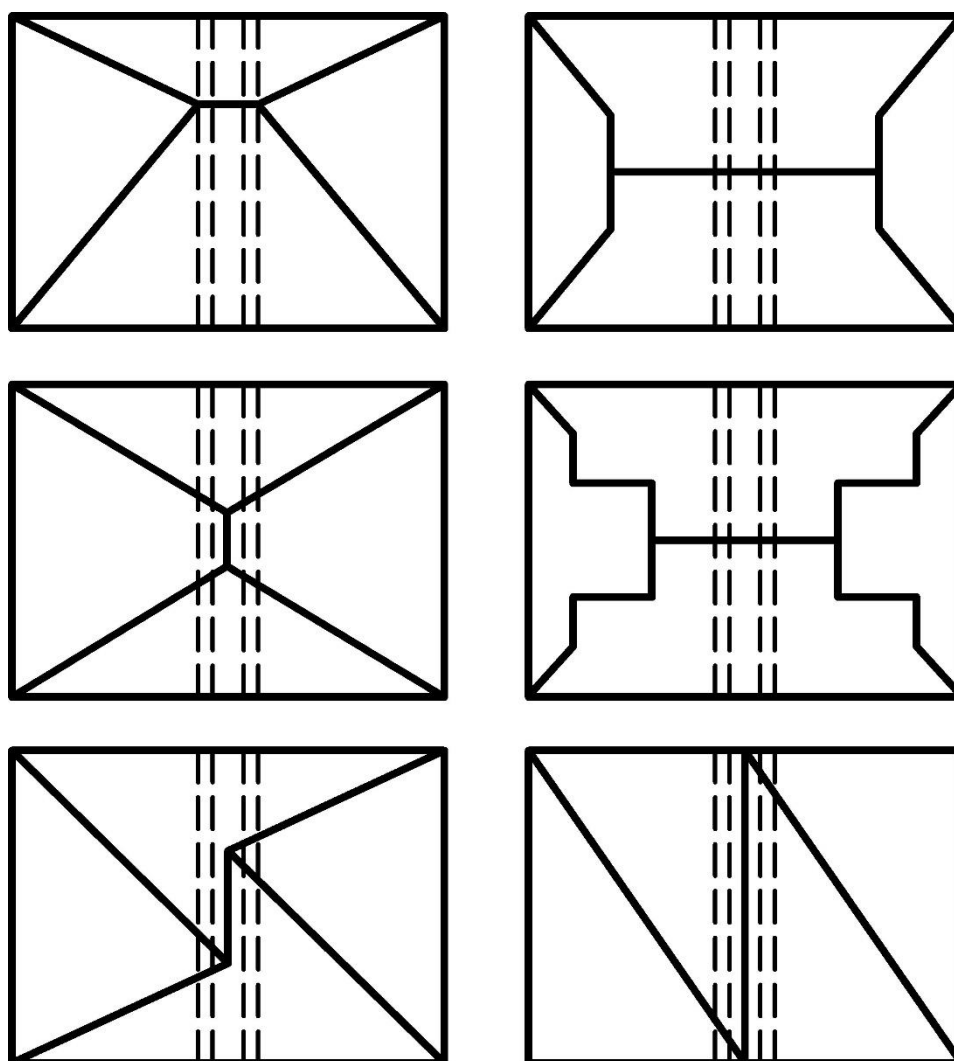


Рис. 4.3.3. Вибірка напівжорстких обкладинок з клапанами різної геометричної конфігурації

Внаслідок конструктивно утвореної подвійної клеєної товщини обкладинки, отриманої з однорідного матеріалу, збільшується її міцність і жорсткість, підвищується зносостійкість, що при інтенсивному використанні книжкової продукції, впливає на підвищення якісних показників та вдосконалення експлуатаційних властивостей обкладинки [105].

В результаті експериментального виготовлення та дослідження на опір руйнівним зусиллям напівжорстких обкладинок отримані показники для вибірки обкладинок [104, 105].

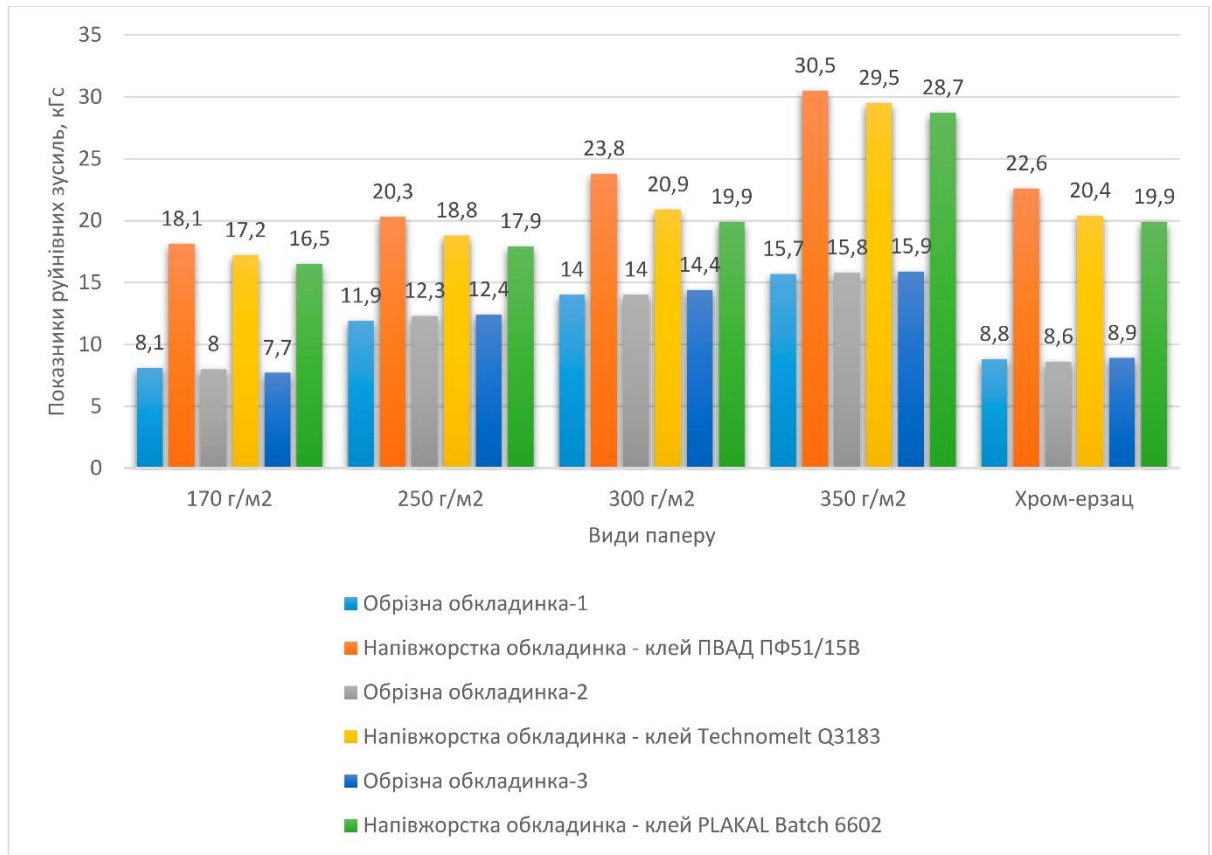


Рис. 4.3.4. Експериментальні показники руйнівних зусиль отримані для вибірки обкладинок

Результати виконання експериментальної частини показані на гістограмі (рис. 4.3.4), де спостерігаються значні переваги у міцності напівжорстких обкладинок стосовно м'яких обрізних обкладинок. Для напівжорстких обкладинок склеєних клеєм ПВАД ДФ 51/15В перевищення знаходяться в межах 1,7-2,57 раза, для обкладинок склеєних клеєм Technomelt Q3183 перевищення знаходяться в межах 1,49-2,37 раза і для обкладинок склеєних клеєм PLAKAL Batch 6602 перевищення знаходяться в межах 1,38-2,12 раза [104, 105].

Сегмент використання напівжорстких обкладинок знаходиться у виготовленні шкільних підручників, навчальних посібників, науковій,

довідковій та методичній літературі, дитячій і спортивній літературі, літературі детективного та пригодницького жанрів та іншій літературі масового споживання [104].

Напівжорсткі обкладинки з додатковими конструктивними елементами у вигляді крайок і клапанів, приклеєних до основної частини обкладинок, можуть бути виготовлені із цільних висічених розгорток з параметрами, що охоплюють, практично весь перелік книжкових форматів, передбачених для книжкового виробництва державними стандартами [104].

Розміри стандартних книжкових форматів, обрізні формати для блоків зшитих нитками в міжнародній класифікації та класифікації України, а також розрахункові в результаті проведених досліджень параметричні розміри розгорток для напівжорстких обкладинок (рис. 4.3.1 і рис. 4.3.2) наведені в таблиці 4.3.1 [104].

Таблиця 4.3.1. Формати книжкових блоків та розміри розгорток напівжорстких обкладинок

Назва формату	Формат в Україні	Розмір обрізного блоку, мм	Розмір обрізного блоку, дюйми	Розмір розгортки інноваційної обкладинки, мм
Metric Crown 8vo	84x108/32	186x123	$7\frac{3}{8} \times 4\frac{7}{8}$	784x155
Metric Large Crown 8vo	84x108/32	198x129	$7\frac{3}{4} \times 5\frac{1}{8}$	832x160
Metric Demy 8vo	60x90/16	216x138	$8\frac{1}{2} \times 5\frac{3}{8}$	964x170
Metric 8vo	70x100/16	234x156	$9\frac{1}{4} \times 6\frac{1}{8}$	976x190
Metric Crown 4vo	84x108/16	246x189	$9\frac{3}{8} \times 7\frac{3}{8}$	1024x220
Metric Large Crown 4vo	84x108/16	258x210	$10\frac{1}{8} \times 7\frac{7}{8}$	1072x240
Metric Demy 4vo	70x100/8	276x219	$10\frac{7}{8} \times 8\frac{3}{8}$	1144x250

Представлені в табл. 4.3.1 розміри розгорток для виготовлення напівжорстких обкладинок, найбільш поширених в книговидавничій справі форматів, входять до сталого переліку технологічно можливих форматів

друкування на друкарських машинах різних типів, які охоплюють широкий спектр обладнання [104].

4.4. Аналіз кінематичних схем пресувально-висікальних механізмів для палітурного виробництва

Завданням дослідження напівжорстких книжкових обкладинок [104] є структурний аналіз механізмів і штанцформ, що забезпечують ефективне висікання складних конфігурацій розгорток із крайками й клапанами. З яких, в подальших брошурувально-палітурних процесах, формують обкладинки подвійної товщини [63].

В результаті висікання розгорток для таких обкладинок утворюються додаткові просторові конструкційні елементи, у вигляді крайок і клапанів, що при загинанні всередину заготовок утворюють подвійну, або частково подвійну товщину обкладинок без проклеювання, або з проклеюванням [55].

Подвійна товщина обкладинки, в залежності від конструкції і розмірів крайок і клапанів, можлива по всій внутрішній поверхні обкладинки, лише в зоні першої і другої сторінок обкладинки, без заповнення зони відстави, або частковому заповненню зони відстави [63].

Висікання розгорток напівжорстких обкладинок можливе на пресувально-висікальних пристроях для виготовлення розгорток паковань і тари із картону хром-ерзац, мікрогофрованого картону і пластичних картонів максимальною товщиною 1,2-1,5 мм [63].

До переліку основних конструкцій таких висікальних пристроїв можливо віднести пристрій в якому виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок відбувається шляхом транспортування встановленої на рухомих стрічках транспортера штанцювальної форми із заготовкою палітурного матеріалу між циліндрами, що обертаються. В результаті відбувається послідовне висікання розгортки шляхом взаємодії інструментів форми з опорною поверхнею циліндра [63].

Пристрій для виготовлення розгорток складної конфігурації по периметру передбачає виготовлення розгорток з рухомої картонної стрічки і складається з матриці, виконаної у вигляді верхнього тигля та укомплектованої кривошипно-шатуном механізмом для забезпечення його вертикального переміщення, пуансона, виконаного у вигляді нижнього тигля та розміщеного на роликах, кулачкового механізму для забезпечення горизонтального переміщення вузла штанцювання, а також амортизатора для зрівноважування сил інерції мас тиглів [122, 63].

В пристрої для виготовлення розгорток з картону міститься станина, вузол висікання у вигляді матриці та пуансона; матрицею є висікальна форма, встановлена нерухомо на станині, а пуансоном є опорний циліндр, який розташований на каретці, укомплектованій зубчастим вінцем для горизонтального переміщення каретки по нерухомій зубчастій рейці, яка закріплена на станині; пристрій додатково укомплектований засобом дискретного переміщення картонної стрічки під час вистою циліндра у крайніх положеннях [123, 63].

Пристрій включає в структуру механізму комплекти ножів з різальними крайками, закріпленими під кутом до площини картону і проти ножі, які виготовлені у формі циліндра і є рухомими. Рухомі ножі з різальними крайками укомплектовані роликами, які контактують з пазовими кулачками, що забезпечують неперервність створення тиску в зоні вирізування розгортки. Пристрій додатково укомплектовано засобами подачі картонної стрічки, виведення стрічки з вирізаними розгортками та поперечного розрізування стрічки на окремі розгортки [124, 63].

Є підстави вважати, що відмінність висікання розгорток для пакувань і обкладинок полягає у тому, що розгортки для пакування мають незмінні геометричні розміри зовнішнього контуру, визначені макетом кінцевого виробу, а обкладинки для книжкової продукції одного формату можуть мати корінцеву частину за розмірами відмінну одне видання від іншого. Через зміну кількості сторінок, а, відповідно, і товщини корінцевої частини

книжкового блоку, при збереженні всіх інших розмірів розгорток сталими [63].

Проведено дослідження можливості створення однієї висікальної штанцформи для визначеного формату книжкових видань зі змінною товщиною корінцевої частини. А також виявлені конструктивні особливості висікально-пресувальних пристроїв, що здатні забезпечити висікання розгорток напівжорстких обкладинок зі змінними розмірами корінцевої частини [63].

Для виготовлення обрізних обкладинок, розгорток обкладинок з клапанами для утворення різних просторових конструкцій, напівжорстких обкладинок використовуються палітурні матеріали в перелік яких, в першу чергу, входять щільні сорти паперів, картон хром-ерзац різної товщини, окремі види пластичних картонів, тощо [63].

Механізми, за допомогою яких висікаються перелічені розгортки, за способом подачі палітурного матеріалу поділяються на два основні види, до складу яких входять пристрої, що подають окремі цільні аркуші палітурних матеріалів, або розмотують стрічкові палітурні матеріали із рулонів у відповідних спеціалізованих пристроях [63].

Додатково, окрім висікання контуру розгортки обкладинок, необхідно сформувати в площині розгортки заовалені заглибини вздовж ліній згинів крайок і клапанів. Формування яких здійснюється біговальними металевими лінійками одночасно із процесом висікання, або в іншій послідовності, передбаченій технологічним процесом – до висікання контуру розгортки, після висікання, або після склеювання просторової конструкції, наприклад напівжорстких обкладинок (рис. 4.3.2) [63].

Перелічені операції виконуються на спеціальних пресувально-висікальних пристроях за допомогою штанцформ різної конфігурації. Для виготовлення серійних і дрібносерійних розгорток напівжорстких обкладинок використовуються два основні види: плоскі та круглі. Кожний із яких є

основною складовою побудови серії штанцформ з особливостями побудови, визначеними конфігураціями книжкових оправ різних типів [63].

У загальному випадку, як правило, плоска штанцформа, що має різальні та біговальні металеві лінійки, закріплюється на верхній або нижній плиті спеціалізованого висікального преса. Палітурний матеріал майбутньої розгортки фіксується на допоміжній, також плоскій плиті. Процес висікання відбувається під час плоскопаралельного зближення плит до моменту проникнення різальних лінійок у матеріал і відсікання утвореної розгортки від залишків матеріалу й утворення облою [63].

Серед найбільш відомих і застосовуваних висікальних пресів виділяється серія пресів тигельного типу у яких висікання розгорток і формування біговальних ліній для майбутніх згинів здійснюється одночасно по всій площині, утвореній контуром заготовки для книжкових оправ (рис. 4.4.1) [63].

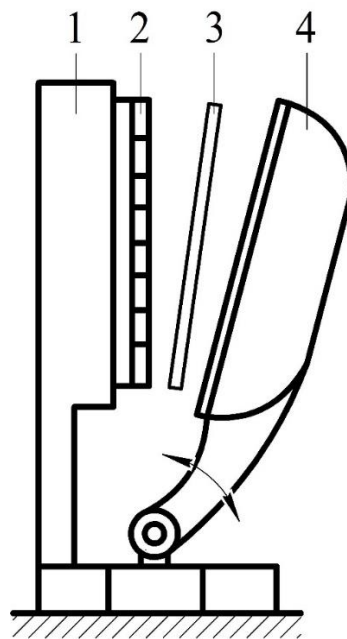


Рис. 4.4.1. Графічна схема тигельного висікального пресу, 1 – нерухома станина; 2 – висікальна форма; 3 – заготовка палітурного матеріалу; 4 – коливальний тигель

Основними позитивними характеристиками тигельних висікальних пресів є можливість використання в них однопозиційних штанцформ і палітурних матеріалів форматами, які знаходяться в розмірному діапазоні А5-

A3, що економічно доцільно при виготовленні оправ до малотиражної книжкової продукції, або подарункових видань кишенькового типу [63].

Основними особливостями пресів тигельного типу, що обмежують застосування широкого спектра палітурних матеріалів і можливостей підвищення продуктивності праці є [63]:

- використання лише аркушевого матеріалу максимальним форматом A3;
- технологічний цикл висікання починається лише після введення заготовки палітурного матеріалу у зону плоскопаралельного зведення робочої і допоміжної плит [63] ;
- процес висікання потребує фіксації заготовки, утримування заготовки на термін технологічного процесу, унеможлиблює швидку заміну утвореної розгортки, виведення облою і подачу наступного аркуша матеріалу [60];
- коливальний зворотно-поступальний рух тигельної плити викликає динамічні навантаження на механізм, що уповільнює процес холостого ходу до початку наступного циклу висікання розгортки [63];
- через реверсивний рух механізмів у пресах тигельного типу підтримується низька продуктивність технологічного процесу [63].

Частина недоліків, притаманних пресам тигельного типу, в обмеженні розмірів висікального штампу, а, відповідно, і формату отримуваної розгортки, відсутня у стоп-циліндрових пристроїв висікання розгорток для книжкових оправ, які сприяють висіканню розгорток за допомогою багатопозиційних штанцформ A1, або A0 форматів без обмеження номенклатури матеріалів. Кількісна позиційність штанц-форми для таких пристроїв визначається форматами видань і, відповідно, розмірами розгорток для книжкових оправ [63].

Конструкція стоп-циліндрового пристрою для висікання розгортки (рис. 4.4.2) складається із металевого циліндра 2 із затискачами 3, які транспортують аркуш палітурного матеріалу 1 в зону послідовного висікання під час контакту циліндру 2, що обертається, зі штанц-формою 5, яка рухається назустріч циліндру із матеріалом заготовки [63].

Штанц-форма закріплена на рухомому талері 6, який котиться в сторону циліндра, під час робочого циклу, і від нього, під час холостого ходу, на роликах транспортувального рольгангу 7, розташованого на нерухомій станині 8. Під час холостого ходу, при поверненні талера у початкове положення, циліндр, із затискачами 3 для палітурних матеріалів, підіймається догори за допомогою куліси 4 і зупиняється, очікуючи завершення холостого ходу талера [63].

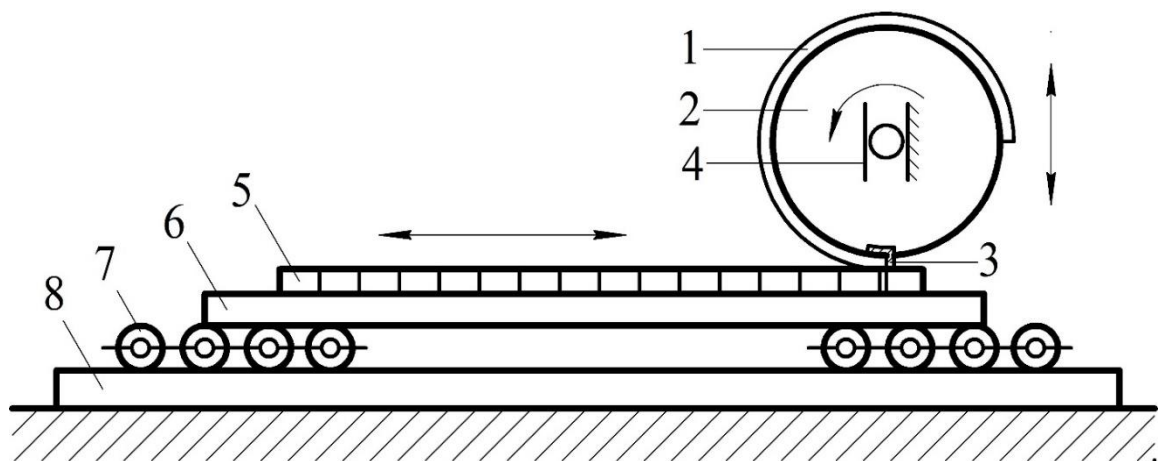


Рис. 4.4.2. Графічна схема стоп-циліндрового висікального пресу 1 – заготовка палітурного матеріалу; 2 – металевий циліндр; 3 – затискачі; 4 – куліса; 5 – висікальна форма; 6 – талер; 7 – рольганг; 8 – нерухома станина

До наступної групи висікальних пресів належать пристрої, що забезпечують високу продуктивність технологічного процесу внаслідок висікання розгорток напівжорстких обкладинок зі стрічкових палітурних матеріалів, що розмотуються з рулонів різної ширини [63].

Висікання відбувається в процесі циклічних зупинок, лише для зведення висікальних плит механізму й отримання розгортки необхідної конфігурації, яка переміщається в наступному циклі із зони висікання в зону вилучення її зі стрічки матеріалу і складуванні на палету, як завершеного напівфабрикату. Момент виведення висіченої розгортки зі стрічки матеріалу збігається з наступним циклом висікання наступної розгортки [63].

На рис. 4.4.3 представлений, удосконалений автором пристрій [60], для висікання розгорток книжкових обкладинок, який включає механізм висікання у вигляді поворотного шарнірного чотириланковика до складу якого входять плоскі рухомі плити, закріплені на кривошипах [125, 63].

Шарнірні чотириланковики здійснюють обертово-паралельний рух симетрично матеріалу заготовки. Висікальна форма закріплена на верхній плоскій плиті, а стрічко протягувальний механізм укомплектований ввідними з радіусами R_1 і вивідними з радіусами R_3 (рис. 4.4.3) парами валиків, в кожній із яких валики обертаються назустріч одне одному [63].

Кривошипи мають радіуси R_2 (рис. 4.4.4), що пропорційно пов'язані з довжиною висікальної форми L співвідношенням $R_2 = L / 2\pi$, виходячи з умови необхідності подачі упродовж одного оберту кривошипів стрічки палітурного матеріалу довжиною $L = 2\pi R_2$ і узгодження лінійної швидкості висікальної форми й стрічки в момент висікання розгорток [63].

Для зрівноваження динамічних навантажень, що виникають при обертанні плит, кривошипи мають встановлені на своїх протилежних, від місць кріплення плит, кінцях ланок противаги [63].

Пристрій складається із формної 1 і гладкої 2 плит, які шарнірно закріплені на кривошипах 3, 4, 5, 6, при цьому кривошипи 3, 4 розміщені дзеркально відносно кривошипів 5, 6; штанцювальної форми 7, зубчастих коліс 8, 9, противаг 10-13, встановлених на кінцях кривошипів 3-6, стрічко-ведучого механізму з валиками 14-17, стрічки палітурного матеріалу 18, яка розмотується із рулону 19, ножа 20 і контрножа 21 для розрізування стрічки палітурного матеріалу, з висіченими розгортками, на окремі аркуші, а також палети 22 з аркушами матеріалу 23 в яких знаходяться висічені розгортки обкладинок [63].

Технологічний процес висікання розгорток обкладинок здійснюється у такій послідовності: за допомогою зубчастих коліс 8, 9 синхронно приводяться в рух верхня 1, зі штанцформою, і нижня 2 плоскі плити; верхні кривошипи 5,

6 і нижні кривошипи 3, 4 дзеркально обертаються за напрямком руху стрічки палітурного матеріалу [63].

Стрічка палітурного матеріалу 18 неперервно, без зупинок, подається ввідними валиками 14, 15 в зону висікання, де, в момент зближення плит 1, 2, і стрічки матеріалу напрямок і величини їх лінійної швидкості збігаються і дорівнюють швидкості руху стрічки палітурного матеріалу 18 [63].

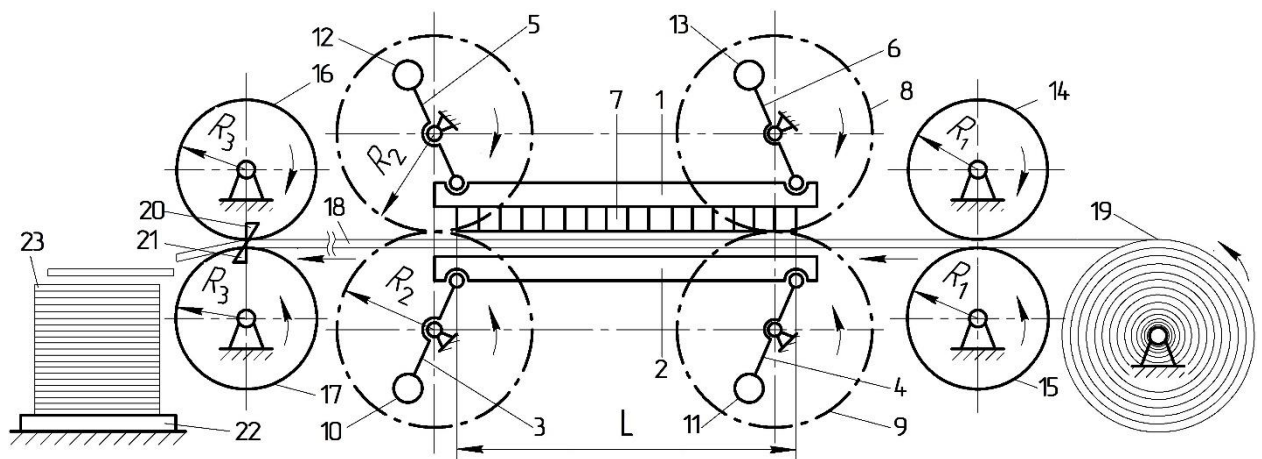


Рис. 4.4.3. Графічна схема рулонного висікального пресу із кривошипними механізмами, 1 – формна плита; 2 – допоміжна плита; 3, 4, 5, 6 – кривошипи; 7 – штанцювальна форма; 8, 9 – зубчасті колеса; 10, 11, 12, 13 – противаги; 14, 15, 16, 17 – валики; 18 – стрічка палітурного матеріалу; 19 – рулон палітурного матеріалу; 20 – ніж; 21 – контрніж; 22 – палети; 23 – аркуші палітурного матеріалу.

Висікання розгортки обкладинки із палітурного матеріалу починається в момент положення кривошипів під кутом α до вертикальної лінії, що з'єднує осі кривошипів 3-6 (рис. 4.4.4) і закінчується в момент максимального зближення плит 1, 2 (кривошипи в цьому положенні напрямлені вздовж вертикальної лінії). Поворот кривошипів на наступний кут α супроводжується виходом робочих ділянок ножів із палітурного матеріалу [63].

Величина кута α визначається товщиною палітурного матеріалу і за розрахунками, складає для найбільш поширених матеріалів, наприклад щільних картонів, менше як 1,5% від повного обертання кривошипів [63].

До переліку основних пристроїв висікання розгорток напівжорстких обкладинок належать не тільки пристрої, що мають одну плоску висікальну форму за допомогою якої здійснюється виготовлення одної розгортки обкладинки. А також такі, що використовують багатопозиційні плоскі штанцформи, за допомогою яких виготовлюється серія обкладинок, кількісно обумовлена форматом видання і форматом аркуша на якому контури розгортки будуть розміщені [63].

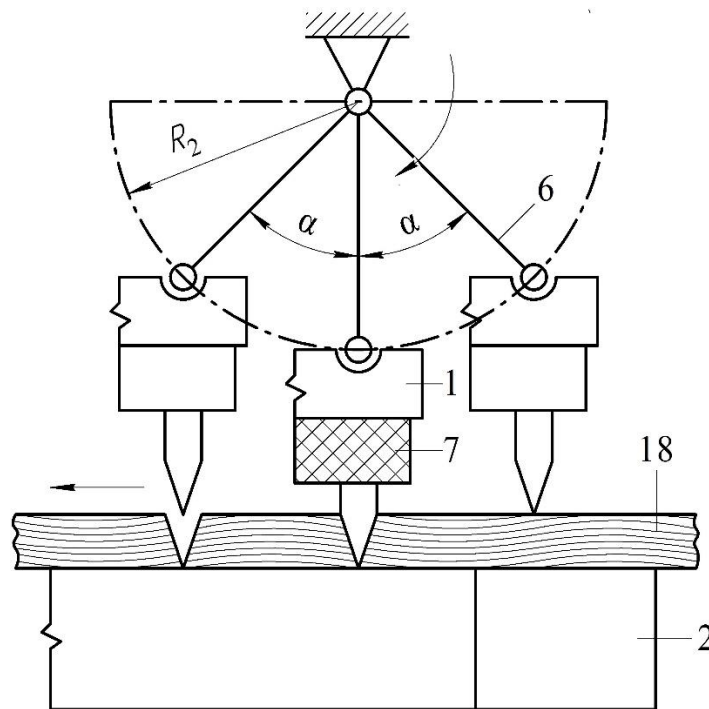


Рис. 4.4.4. Графічна схема послідовності операцій висікання за один цикл кривошипного механізму, 1 – формна плита; 2 – допоміжна плита; 6 – кривошип; 7 – штанцформа; 18 – стрічка палітурного матеріалу.

Окрему групу пристроїв для виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок складають пристрої, що використовують для висікання одної позиційні висікальні форми, розташовані на багатогранній призмі, що обертається [63].

В пристрої зображеному на рис. 4.4.5, міститься вузол висікання у вигляді матриці та пуансона, де матрицею є шестигранна призма із закріпленими на гранях плоскими одно позиційними штанцформами. А пуансоном є циліндр з еластичними рукавом, який кінематично з'єднаний з кулачковим механізмом для забезпечення постійного технологічного тиску необхідного у зоні висікання розгортки з рухомої стрічки палітурного матеріалу [126, 63].

На рис. 4.4.5 зображено графічну схему удосконаленого автором пристрою для висікання розгортки книжкових обкладинок, який складається з шестигранної призми 1, що обертається навколо осі O_1 , на гранях якої закріплені ретельно припасовані одна біля одної на ділянках, що межують з ребрами призми, плоскі штанцформи 2, притисного циліндра. Який обертається навколо осі O_2 [126, 63].

Стрічка 6 палітурного матеріалу розмотується з рулону 5 встановленого на осі O_3 , за умови заняття положення призми 1 на кожний з кутів φ . Механізм складається з важеля 7, куліси 8 з роликами 9, що контактують з профілем кулачка 10, який встановлено на осі O_1 [126, 63].

Габаритні розміри штанцформ, що кріпляться на плоских гранях шестигранної призми, повинні бути технологічно тотожними для забезпечення точності висікання контурів розгортки обкладинок із надрукованих, або у інший спосіб оздоблених поверхонь палітурного матеріалу, що підлягає висіканню [63].

Пристрій працює у наступній технологічній послідовності. Стрічка палітурного матеріалу 6 подається з рулону у зону висікання розгортки. Обкочування циліндром плоскої штанцформи відбувається на кут φ повороту призми 1. Зміна цього кута впливає на зміну відстані L . [63].

Завершення циклу висікання розгортки обкладинки здійснюється після розрізування стрічки палітурного матеріалу на аркуші, в площині яких знаходяться розгортки, різальним ножом 12, що виконує розрізання стрічки за допомогою протиножа 13. Відрізані аркуші 15 складуються на палету 14 [63].

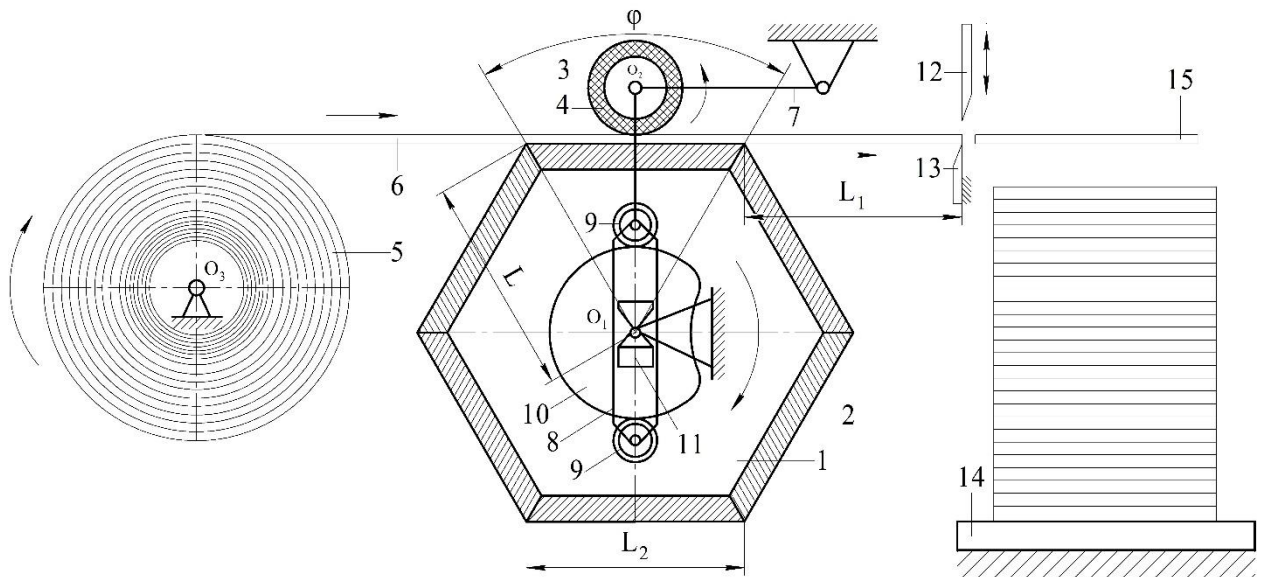


Рис. 4.4.5. Графічна схема рулонного висікального пристрою з механізмом обертової призми, 1 – обертова призма; 2 – штанцформи на кожній грані призми; 3 – притискний циліндр; 4 – еластичний рукав; 5 – рулон палітурного матеріалу; 6 – стрічка палітурного матеріалу; 7 – важіль; 8 – куліса; 9 – обкочувальні ролики; 10 – кулачок; 11 – повзун; 12 – різальний ніж; 13 – протиніж; 14 – палета; 15 – аркуші палітурного матеріалу із висіченими розгортками

Незмінною умовою виробничої експлуатації пристрою з технологічною точністю є дотримання співвідношення довжини відрізаного аркуша з висіченою розгорткою L_1 і довжини висікальних форм L_2 , закріплених на гранях шестигранної призми ($L_1 = L_2$) [63].

В розглянутих конструкціях пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок та обкладинок з клапанами різних просторових конструкцій використовуються плоскі штанцформи, що мають незмінні розміри і забезпечують виготовлення тотожних виробів. І не тільки в технологічних процесах брошурувально-палітурного виробництва при виготовленні книжкових оправ. Плоскі штанцформи є незмінними інструментальними складовими виготовлення розгорток для пакування і тари [63].

4.5. Удосконалення пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок

Відомі конструкції висікальних штампів (штанцформ) для висікання заготовок із паперу та картону розгорток для книжкових оправ одного формату з одною, постійною для цього формату, шириною корінця книги L (рис. 4.5.1) [63].

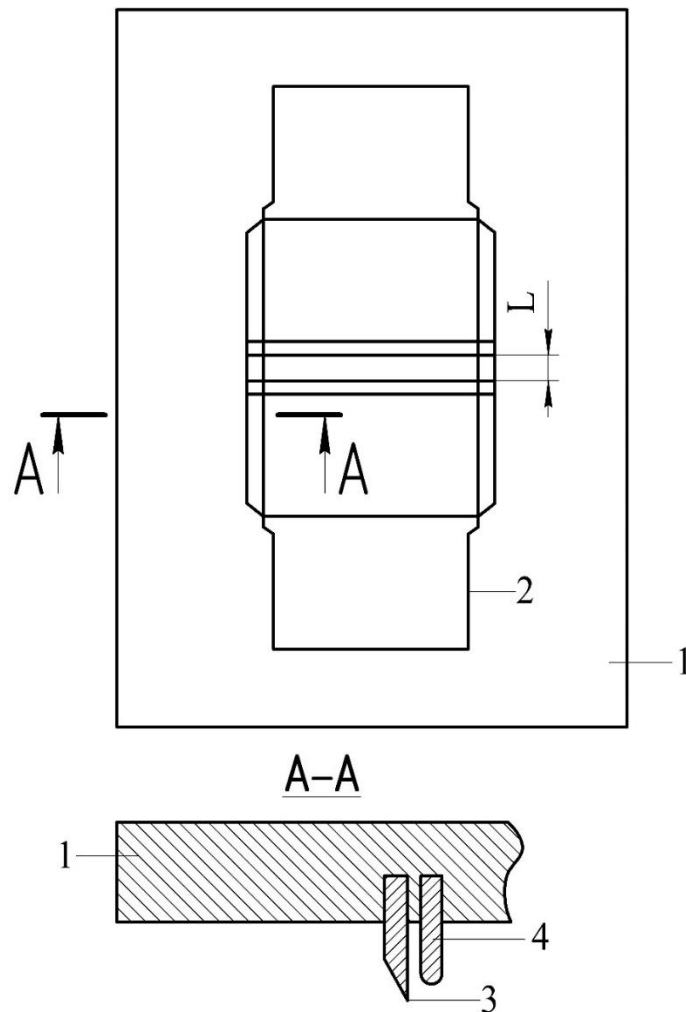


Рис. 4.5.1. Штамп для висікання заготовок із постійною шириною корінця, 1 – матеріал (основа штампа; 2 – металеві лінійки; 3 – висікальні лінійки; 4 – біговальні лінійки; L – ширина корінця книги

Основою такої штанцформи є цілісний лист 1 каліброваного матеріалу, що забезпечує стабільність розмірів, товщиною 15 або 18 мм, (каліброваної без сучків ударостійкої фанери з лущеного березового, букового, кленового або вільхового шпону, з'єднаного клеями на основі формальдегідних, або

карбонатних смол, багатошарової склотканини з наповнювачем із поліестеру – дурамар (duramar), полімерних матеріалів пертінакс (pertinax), (permaplex), акрилове скло (acryglas) та ін.). У кожному із яких, за контуром майбутньої розгортки, механічними, або лазерними пристроями утворені наскрізні пазові отвори в які, згідно з контуром розгортки, вставлено металеві лінійки 2 - висікальні 3, висотою 23,8 мм, та біговальні 4, висотою 23,1-23,6 мм [63].

Недоліком висікальних штампів такої конструкції для висікання розгорток книжкових обкладинок і палітурок, є те, що висікати можливо лише розгортки із паперу та картону з незмінними розмірами. Але, для одного книжкового формату, в різних книгах, може змінюватися кількість зошитів у книжковому блоці, що призводить до зміни ширини корінця книги. При виготовленні обкладинок або палітурок для книг одного формату і змінній ширині корінця перша і друга сторінки обкладинок залишаються незмінних розмірів, а розмір корінцевої частини змінюється [63].

Таким чином, для висікання розгорток кожної нової обкладинки, у якої перша і друга сторінки мають незмінні розміри, а розмір корінцевої частини змінюється – необхідно виготовлювати також і нові висікальні штампи із цілісного каліброваного листа матеріалу для кожної нової розгортки з іншою шириною корінця [63].

Для малотиражної та середньо тиражної книжкової продукції однакового формату і змінній ширині корінцевої частини – застосування нових висікальних штампів для кожної зміни розмірів корінцевої частини є значною затратною складовою собівартості виготовлення книг, що впливає на конкурентоздатність такого технологічного процесу [63].

Для розширення технологічних можливостей і кількісного скорочення висікальних штампів для виготовлення розгорток обкладинок однакового формату і різної ширини корінцевої частини необхідно створити нову конструкцію пристрою для забезпечення висікання розгорток із паперу та картону. За допомогою якої можливо висікати розгортки одного книжкового формату зі змінною шириною корінця книги [63].

Пристрій для висікання розгорток одного книжкового формату зі змінною шириною корінця книги містить основу із каліброваного листа матеріалу для штанцформ товщиною 15-18 мм, у якому, механічними, або лазерними пристроями утворені наскрізні пазові отвори, в які вставлені висікальні (висотою 23,8 мм) і біговальні (висотою, 23,1-23,6 мм) металеві лінійки [127, 63].

Пристрій, окрім штанцформи, поділеної на дві тотожні частини, кожна із якої виготовлена за контуром половини майбутньої розгортки, містить раму з напрямними [63].

При цьому одна частина основи штанцформи закріплена у напрямних загальної для двох частин основи штанцформи рами нерухомо за допомогою чотирьох фіксаторів [63].

А друга частина основи штанцформи змонтована у пристрої з можливістю переміщення у напрямних загальної рами за допомогою гвинтового пристрою розміщеного на рамі на ширину $L_{зм}$, що залежить від товщини корінця книги [63].

У даному технічному вирішенні конструктивні особливості пристрою не потребують виготовлення нових цілісних штампів, а дозволяють зробити швидке переналагодження для висікання розгорток, у яких змінена ширина корінця від попереднього типу обкладинок до наступного [63].

Для реалізації цієї можливості пристрій додатково містить раму з напрямними, основа виконана з двох частин, де одна частина основи закріплена нерухомо за допомогою чотирьох фіксаторів у напрямних загальної для двох частин основи рами, а друга частина основи виконана з можливістю переміщення у напрямних загальної рами на ширину, що залежить від товщини корінця книги, за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на рамі [63].

Порівняльний аналіз технічного вирішення, що пропонується, дозволяє зробити висновок, що запропоноване автором технічне вирішення має суттєві ознаки, які відрізняють його від відомих технічних рішень і обумовлює

досягнення поставленого завдання внаслідок створення можливості переміщення другої частини основи у рамі на ширину, що залежить від товщини корінця книги за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на напрямних рами [63].

Суть і принцип дії запропонованого технічного вирішення пояснюються кресленнями (рис. 4.5.2), де подана конструктивна схема пристрою [116, 60].

В склад пристрою входить: рама з напрямними 1, перша частина основи 2, друга частина основи 3, наскрізні пазові отвори 4 за контуром половини розгортки обкладинки в першій та другій частині основи, висікальні металеві лінійки 5 в першій і другій частині основи, біговальні металеві лінійки 6 в першій і другій частині основи, фіксатори 7 першої частини основи, гвинтовий пристрій переміщення 8 другої частини основи, регульована відстань між основами, що залежить від розмірів корінця книги $L_{зм}$ [127, 63].

Пристрій застосовується, як висікальний інструмент у висікальних пресах плоскопаралельної дії площини інструменту до площини паперу, або картону, із яких передбачається висікання розгорток обкладинок [63].

Налаштування пристрою для здійснення тиражного технологічного процесу виготовлення розгортки напівжорсткої обкладинки відбувається за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на рамі, внаслідок якого здійснене переміщення другої частини основи в напрямних рами [63].

Після налаштування пристрою для висікання тиражу розгортки книжкової обкладинки, пристрій закріплюється на верхній плоскій плиті висікального пресу, яка разом із пристроєм, під час технологічного циклу, переміщається у нижнє фіксоване положення, в якому відбувається висікання розгортки обкладинки із паперу, або картону [63].

Під час холостого ходу плити із пристроєм у початкове технологічне положення, відбувається заміна висіченої розгортки обкладинки на наступний аркуш паперу або картону. Цикл висікання повторюється на кількість тиражу розгорток обкладинки [63].

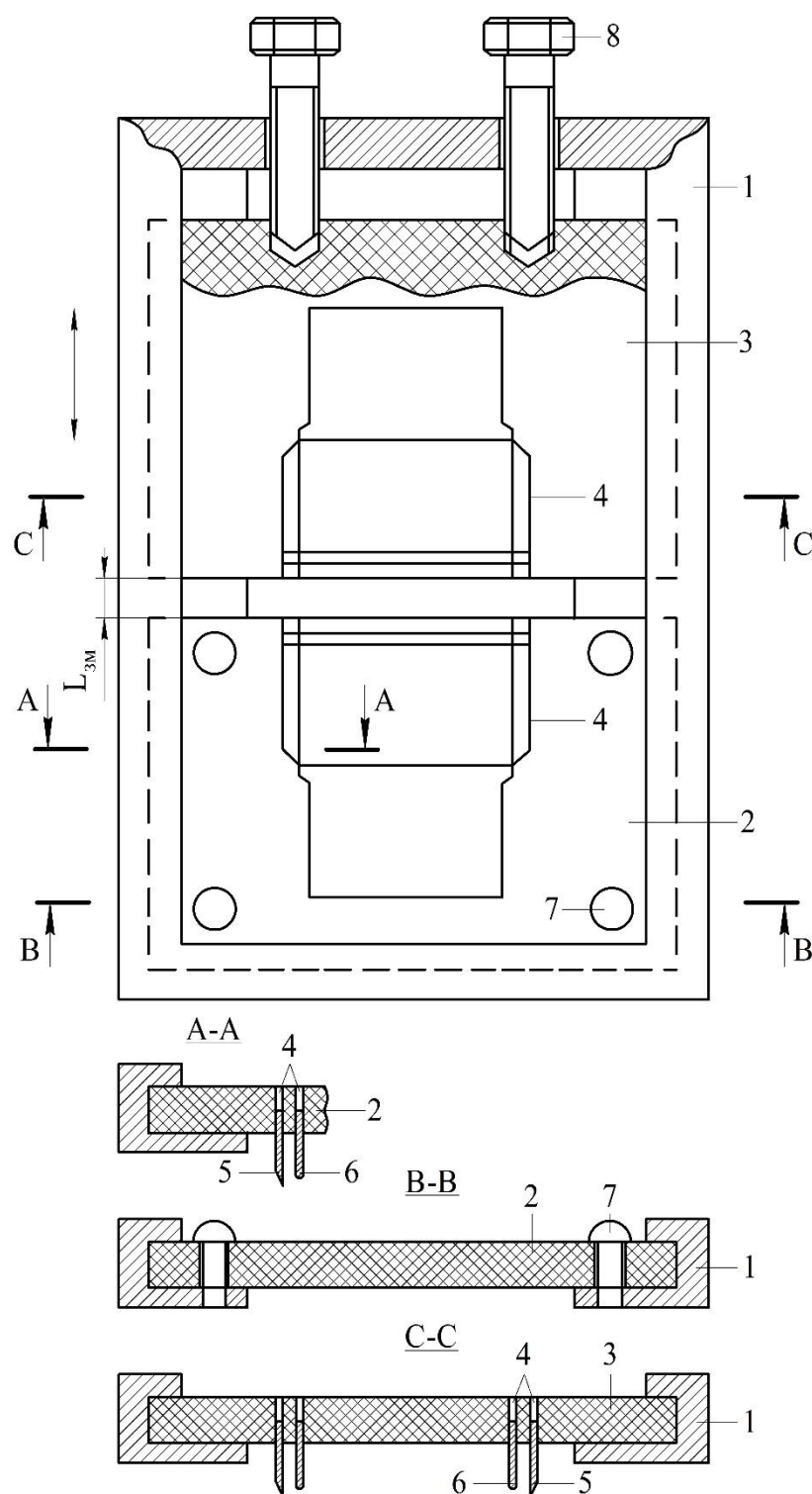


Рис. 4.5.2. Пристрій для висікання розгорток обкладинок одного формату і змінній ширині корінця 1 – рама з напрямними; 2 – перша частина основи штампа; 3 – друга частина основи штампа; 4 – наскрізні пазові отвори; 5 – висікальні металеві лінійки; 6 – біговальні металеві лінійки; 7 – фіксатори; 8 – гвинтовий пристрій переміщення; L_{3M} – регульована відстань

Після завершення висікання одного тиражу розгорток обкладинки, пристрій знімається. За допомогою гвинтового пристрою друга частина основи переміщається на розмір, що відповідає ширині корінця нової обкладинки, пристрій закріплюється на верхню плиту висікального пресу і технологічний процес висікання нової розгортки обкладинки відбувається у такий же спосіб [63].

Представлений пристрій дозволяє здійснювати висікання розгорток із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок одного формату зі змінною шириною корінця, на відміну від штампів, виготовлення яких буде здійснюватися для висікання розгорток кожної нової обкладинки, при зміні ширини корінця [63].

4.7.Удосконалення засобів визначення міцності палітурних матеріалів для виготовлення обкладинок

Завданням дослідження технологічних особливостей вимірювання жорсткості палітурних матеріалів, для виготовлення напівжорстких обкладинок, є необхідність визначення об'єктивних показників, що залежать від напрямків розташування волокон в матеріалах [204].

Розгортки напівжорстких обкладинок висікаються з одного аркуша матеріалу і, надалі, складуються у просторові конструкції із крайками, або клапанами, які закріплюються за допомогою клейових полімерних композицій до основної площини обкладинок, утворюючи міцну суцільну структуру [204].

Визначення розташування напрямів перегинів першої або другої сторінок обкладинок, в поздовжньому, чи поперечному напрямках матеріалів, із яких обкладинки будуть виготовлені, значною мірою впливає на експлуатаційну стійкість обкладинок і, відповідно, книжкової продукції в цілому [204].

Конструкція вимірювального пристрою має враховувати можливість отримання об'єктивних показників опору продавлювання і руйнування експериментальних зразків обкладинок, що мають одинарну товщину

матеріалу виготовлення, подвійну без проклеювання, а також подвійну проклеєну по внутрішній площині просторової подвійної конструкції [204].

Поширена конструкція затискного механізму UGT-7013-MD для визначення опору продавлювання картону та гофрокартону складається з двох елементів притиску зразка, виконаних у вигляді кілець, гумової діафрагми, закріпленої на верхньому притискному елементі, і механізму навантаження, що містить гідроциліндр, манометр і вимірювач тиску [204].

Методика вимірювання полягає в створенні плавно зростального гідравлічного тиску, що діє через гумову діафрагму на поверхню з одного боку затиснутого по кільцю зразка, та визначенні значення тиску, при якому зразок руйнується [204].

Недоліком такого пристрою є нерівномірність зростання гідравлічного тиску, який через гумову діафрагму діє тільки на одну поверхню зразка, стиснутого по кільцю. Використання в гідравлічній системі пристрою дистильованого гліцерину та потреба в періодичній зміні гумової діафрагми негативно впливають на тривалість процесу дослідження [204].

Інша поширена конструкція затискного механізму для визначення опору продавлювання картону і гофрокартону складається з верхнього і нижнього притискних елементів у вигляді кілець, верхнє з яких укомплектоване елементом продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску, а елемент продавлювання виготовлений у вигляді карболітової кульки [204].

Внутрішня структура більшої частини палітурних матеріалів, використовуваних для створення напівжорстких обкладинок, в процесі їх фізико-хімічного виготовлення складається неоднорідно – через направленість волокон цих матеріалів у машинному (поздовжньому) напрямку, що визначається особливістю технологічного процесу [204].

Через це, і опір експлуатаційним зусиллям руйнування буде залежати від просторового позиціювання розгортки обкладинки на матеріалі в машинному, або поперечному машинному напрямках [204].

Відповідно, руйнівна міцність у поздовжньому напрямку є більшою, ніж у поперечному напрямку, тому, недоліком конструкцій попередніх пристроїв є те, що, як у випадку, вдавлювання гумової діафрагми, так і в іншому випадку вдавлювання карболітової кульки у матеріали з неоднорідною структурою, не визначаються об'єктивні показники руйнівного тиску у поздовжньому і поперечному напрямках [204].

Перелічені засоби й технологія вимірювання руйнівних зусиль продавлювання матеріалів із неоднорідною структурою таких, як картон, хром-ерзац і щільні види крейдованих паперів, дозволяють фіксувати тільки опосередковані показники, через круглу конструкцію елементів продавлювання, вплив яких на досліджувані матеріали, не вирізняє неоднорідність структури цих матеріалів в машинному і поперечному машинному напрямках [204].

Відповідно, при проектуванні виготовлення обкладинок і формування спусків для друкування, подальшого висікання і фальцювання крайок, або клапанів, не будуть враховані мінімальні показники руйнівних зусиль в одному із напрямів сформованої структури матеріалу, що негативно вплине на подальші експлуатаційні показники та передчасне руйнування книжкової продукції під час використання [204].

Також відома методика визначення міцності на злам паперу і картону при багаторазових перегибах. Вимірювання міцності на злам зразків паперу та картону товщиною до 1,4 мм здійснюється при їх багаторазових перегибах на кут 90^0 , в кожную сторону, від вертикального положення до розриву зразка, при постійному навантаженню. Вимірювання здійснюються на приладі для випробування міцності на вигин UGT-6014 [204].

На відміну від попередніх випробувань, визначення міцності при багаторазових перегинаннях можливе, як у поздовжньому, так і поперечному напрямках зразків, що по чергово закріплюються у прилад, змінюючи позиціювання у затискачах на кут 90^0 з кожним новим зразком і новим випробуванням [204].

Але суттєвим фактором обмеження широкого застосування методики визначення міцності матеріалів із неоднорідною структурою на злом, є тривалість процесу багаторазових перегинів, що ускладнює процес вимірювання, а також одиниця виміру, у вигляді кількості циклів перегинань до повного руйнування зразка, носить відносно довірчий характер результатів випробувань [204].

Однією із технологічних операцій з виготовлення спрощених обкладинок підвищеної жорсткості є формування ліній перегинів для першої і другої сторінок обкладинок, які утворюються бігованням під час висікання розгортки. Або після складання подвійної просторової конструкції обкладинки з приклеювання крайок і клапанів способом штрихування штрихувальними ножами, або коченням ущільнювального диску, товщина формувальної поверхні якого дорівнює ширині біговальної канавки [204].

Визначення співвідношення між жорсткістю картону і жорсткістю ліній біговки, відповідно до вимог стандарту BS 6965, визначається опором зразка довжиною 50 мм вигину на 15 градусів. Жорсткість лінії біговки визначається силою залишкової пружності після утримання підготовленого зразка зігнутих під кутом 90 градусів протягом 15 секунд. Прилад УНА-СВТ1 містить вимірювальний канал, призначений для вимірювань сили, необхідної для вигину зразка заданої довжини і форми на визначені кути [204].

Отримані результати співвідношення між жорсткістю картону і жорсткістю ліній біговки, за цією методикою, мають статичний характер і, через деформовану ущільненням лінію біговки, незалежно від напрямку розташування її на палітурному матеріалі, також не забезпечує вірогідних показників у машинному та поперечному машинному напрямках [204].

Визначення мінімальних та максимальних показників руйнівних зусиль палітурних матеріалів у машинному та поперечному машинному напрямках, до початку виготовлення обкладинок, є важливим завданням дизайнерської та технологічної підготовки книжкового видання до виготовлення [204].

Дослідженню також підлягає можливість створення вимірювального пристрою та розробки технології вимірювання жорсткості палітурних матеріалів для виготовлення напівжорстких обкладинок у машинному та поперечному машинному напрямках. Яка є одним із головних показників вимірювання, що визначаються при проведенні вхідного контролю матеріалів перед початком технологічного процесу [204].

Напівжорсткі обкладинки й матеріали із яких вони виготовлені, в першу чергу, виконують захисні функції, стосовно книжкових блоків, в частині зносостійкості, експлуатаційної міцності, збереженню конструктивно-художньої форми, а лише потім естетичної, дизайнерської, органолептичної та ін. Тому такі механічні характеристики, як опір продавлюванню, зафіксованого між затискними плитами картону, або іншого палітурного матеріалу з неоднорідною структурою, сприяють виявленню слабких сторін матеріалів і їх орієнтації при макетуванні, друкуванні, розкроюванні, висіканні, фальцюванні, склеюванні й подальшій експлуатації [204].

В основу дослідження поставлено завдання створити конструкцію вимірювального пристрою для визначення опору продавлювання окремих видів палітурних матеріалів таких, як картон, хром-ерзац, крейдований папір, для об'єктивного визначення показників тиску, при яких зразки руйнуються у поздовжньому і поперечному напрямках [204].

Конструкція вимірювального пристрою, для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, крейдованого паперу складається з верхнього і нижнього притискних елементів, верхній з яких укомплектований елементом продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску [115, 204].

Разом з тим, для вимірювання руйнівного тиску у поздовжньому і поперечному напрямках, притискні елементи виконані у вигляді двох прямокутних плит з однаковими прямокутними отворами по центру кожної плити [115, 204].

В нижній опорній плиті нарізані шість різьбових отворів, в які вкручені чотири циліндричні напрямні, для позиціювання верхньої плити стосовно

нижньої плити, і дві різьбові шпильки з шайбами і гайками, за допомогою яких зразок досліджуваного палітурного матеріалу, притиснутий верхньою плитою до нижньої плити [204].

А механізм продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску, обладнаний елементом продавлювання у вигляді паралелепіпеду, нижня частина якого виконана, як половина циліндра, розділеного навпіл вздовж осі циліндра, діаметр якого дорівнює ширині паралелепіпеду і довжина елементу продавлювання в чотири рази більша ніж його ширина [204].

Елемент продавлювання створює руйнівний тиск на вимірювальні зразки картону і хром-ерзацу, що розташовані в затискному пристрої, спочатку один зразок в поздовжньому, а потім наступний зразок у поперечному напрямку.

У даному технічному рішенні конструктивні особливості вимірювального пристрою, для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, крейдованого паперу – матеріалів з неоднорідною структурою, дозволяють отримати об'єктивні показники вимірювань руйнівного тиску в поздовжньому і поперечному напрямках [204].

Порівняльний аналіз технічного вирішення, що пропонується, з прототипами, дозволяє зробити висновок, що запропоноване технічне вирішення має суттєві ознаки, які відрізняють його від прототипів та відомих технічних рішень і обумовлює досягнення поставленого завдання внаслідок можливості створювати руйнівний тиск на експериментальні зразки палітурних матеріалів для виготовлення напівжорстких обкладинок [204].

Руйнівний тиск передається за допомогою елементу продавлювання, який здійснює переміщення через прямокутні отвори затискних плит, між якими затиснутий вимірювальний зразок картону або хром-ерзацу, до повного руйнування спочатку одного зразка в поздовжньому, а потім наступного зразка у поперечному напрямку [204].

Суть і принцип дії запропонованого технічного вирішення пояснюються кресленнями представленими на рис. 4.5.1, рис. 4.5.2, рис. 4.5.3, де подані конструктивні схеми вимірювального пристрою та зображені заготовки

картону, хром-ерзацу, щільного крейдованого паперу, або іншого палітурного матеріалу зі структурою волокон в поздовжньому і поперечному напрямках [204].

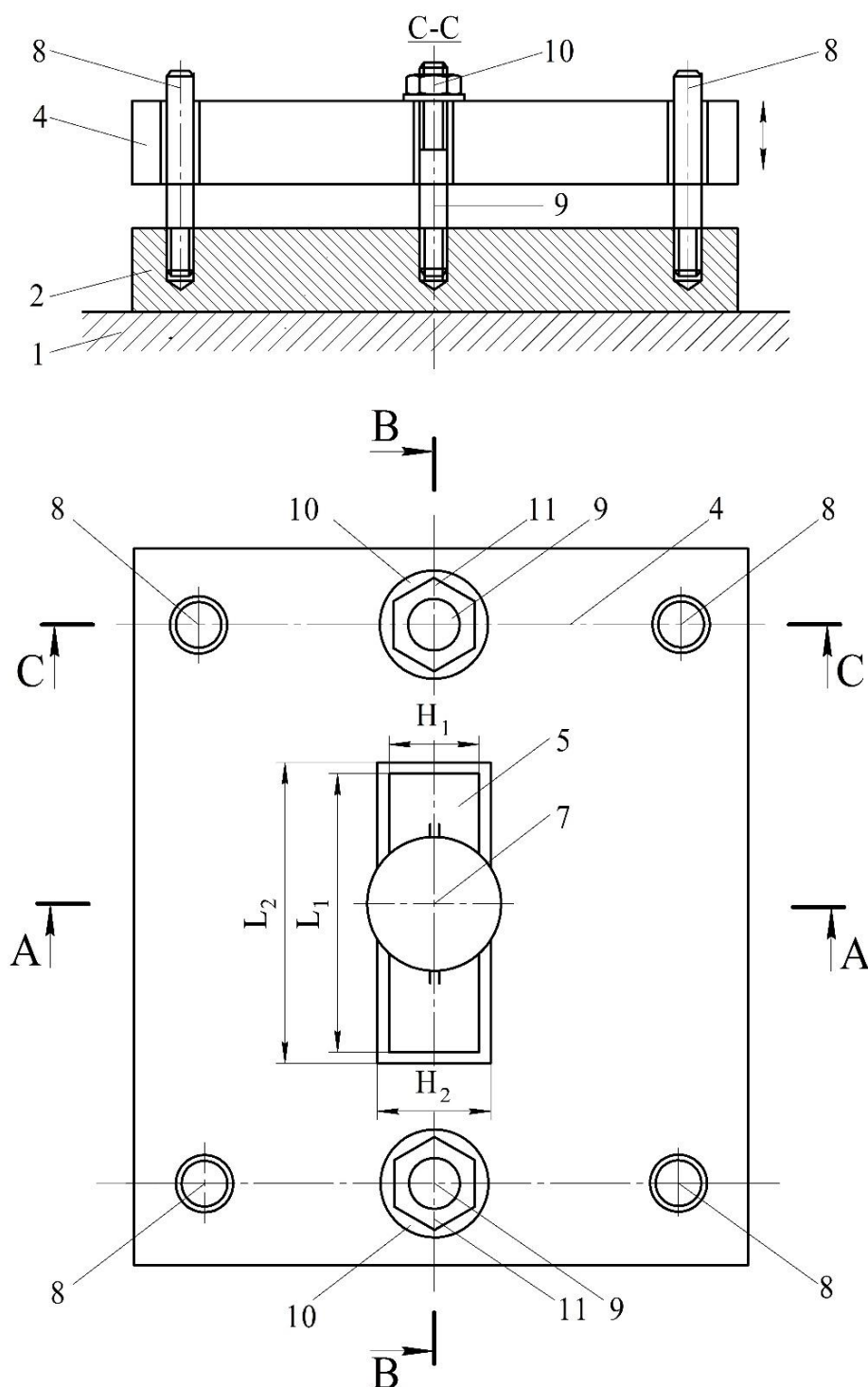


Рис. 4.5.1. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: картону, хром – ерзацу, крейдованого паперу (вид зверху, розріз C-C)

В склад вимірювального пристрою (рис. 4.5.1, рис. 4.5.2) входить: станина (1) з нижньою прямокутною притискною плитою, на яку встановлений досліджуваний зразок (3), верхня прямокутна притискна плита (4), елемент продавлювання (5) [204].

Діаметр циліндра дорівнює ширині паралелепіпеда ($s_1 = D$). Також в склад вимірювального пристрою входить гідравлічний засіб створення тиску (7), до якого прикріплений елемент продавлювання, 4 (чотири) циліндричні напрямні (8), що позиціюють верхню притискну плиту, стосовно нижньої притискної плити, 2 (дві) різьбові шпильки (9) з шайбами (10) і гайками (11), за допомогою яких зразок досліджуваного картону, або хром-ерзацу притиснутий верхньою плитою до нижньої плити [204].

Верхня притискна плита(4) має 6 (шість) циліндричних наскрізних отворів (12) для проходження циліндричних напрямних (8) і різьбових шпильок (9), а нижня плита (2) має 6 (шість) різьбових отворів (13), в які вкручені циліндричні напрямні і різьбові шпильки [204].

Елемент продавлювання за допомогою різьбового отвору (6) прикріплений до гідравлічного засобу створення тиску (7). Габаритні розміри (ширина і довжина) елемента продавлювання $s_1 \times l_1$ на 3 мм, на кожну сторону, менші габаритних розмірів $s_2 \times l_2$ прямокутних отворів у верхній і нижній притискних плитах [204].

Довжина елемента продавлювання l_1 більша за ширину s_1 в чотири рази ($l_1 = 4s_1$). Висота елемента продавлювання h складається з висоти паралелепіпеду h_1 і радіуса r половини циліндра, з якого утворена нижня частина елемента продавлювання ($h = h_1 + r$). [204].

Досліджуваний зразок (3) картону, або хром-ерзацу має поперечні (14) і поздовжні (15) волокна. Вимірювальний пристрій застосовується для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу та щільних видів крейдованого паперу в машинному і поперечному машинному напрямках для отримання об'єктивних показників руйнівного тиску [204].

Які необхідно враховувати при проектуванні просторових конструкцій напівжорстких книжкових обкладинок, з приклеєними крайками й клапанами, а також місць їх перегинів під час експлуатаційного використання [204].

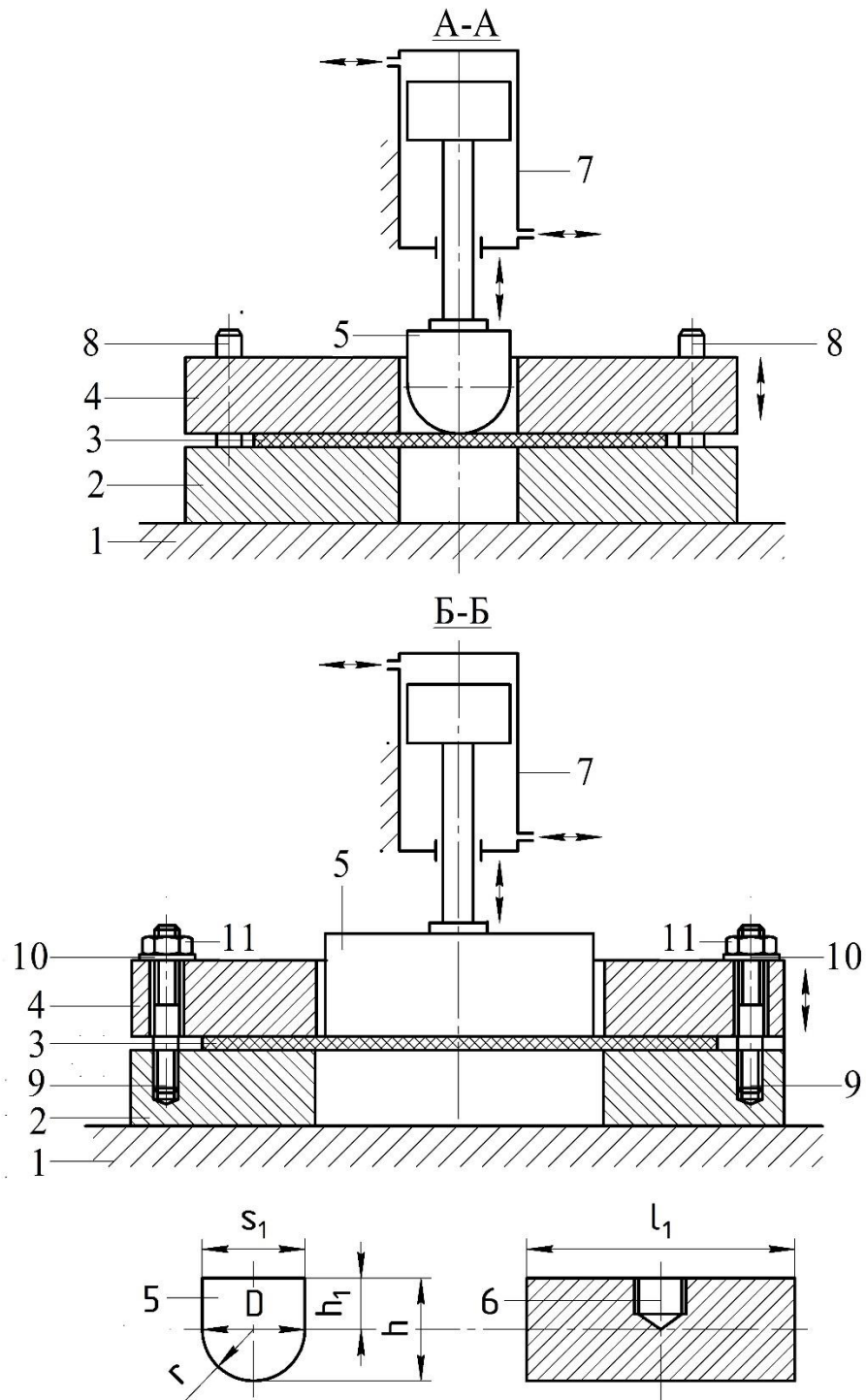


Рис. 4. 5. 2. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: картону, хром-ерзацу, крейдованого паперу (розрізи А-А, В-В)

Вимірювальний пристрій для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, щільного крейдованого паперу, або іншого палітурного матеріалу в поздовжньому і поперечному напрямку працює наступним чином [204].

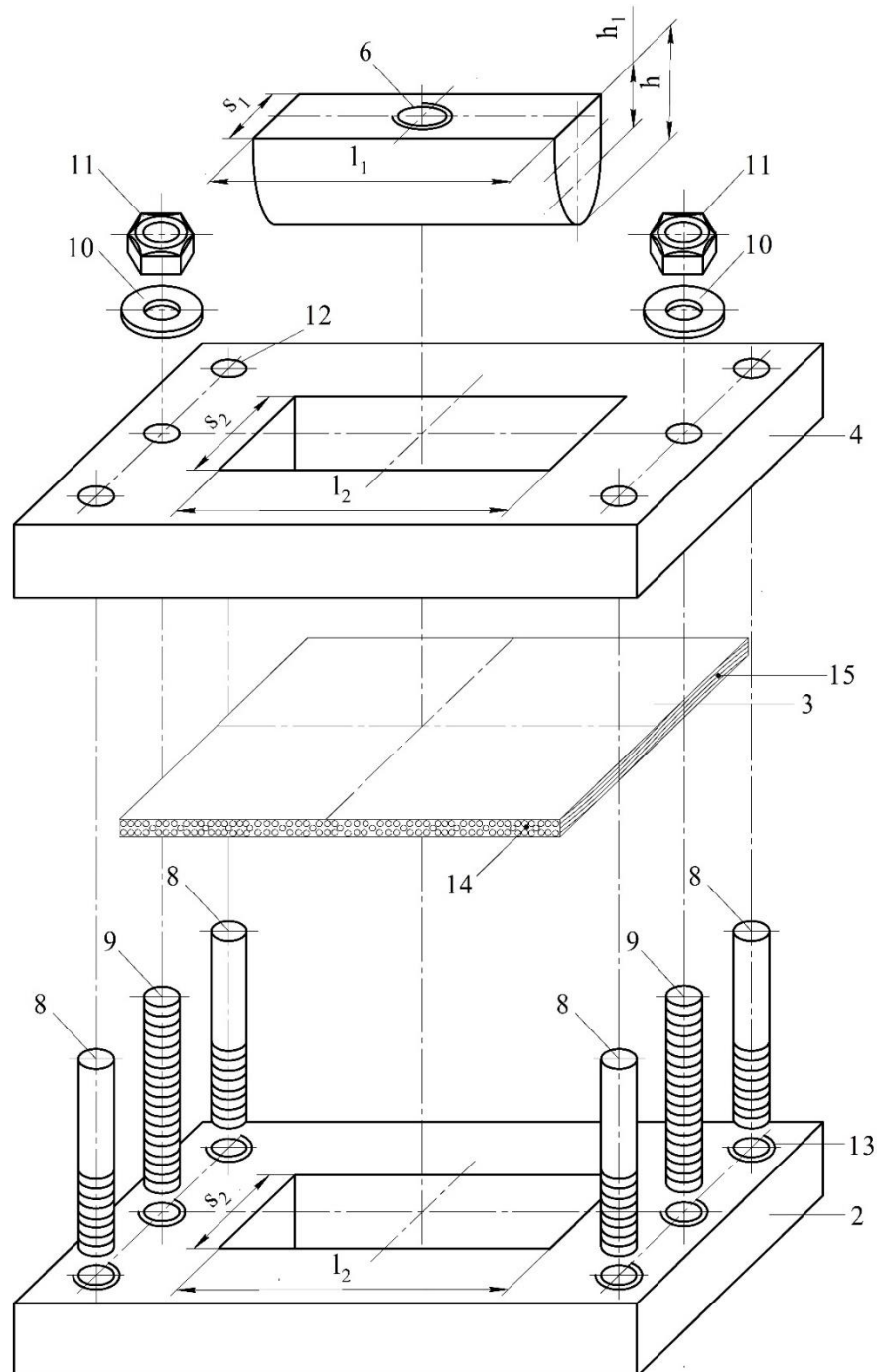


Рис. 4.5.3. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: картону, хром – ерзацу, крейдованого паперу (складальне креслення)

На нижню притискну плиту 2, в різьбові отвори 13, якої, вкручені циліндричні напрямні 8 і різьбові шпильки 9, поміщають зразок 3, з поздовжнім розташуванням волокон в структурі досліджуваних картонів, або хром-ерзацу таким чином, щоб вся поверхня плити була перекрита зразком [204].

Верхня притискна плита 4 через отвори 12 по циліндричним напрямним і різьбовим шпилькам позиціонована на верхній частині досліджуваного зразка. За допомогою шайб 10 і гайок 11, накручених на різьбові шпильки із натягом, верхня притискна плита щільно фіксує зразок досліджуваного картону, або хром-ерзацу [204].

Внаслідок поступового підвищення тиску в гідравлічному пристрої 7, елемент продавлювання 5 опускається вниз, проходить через перший прямокутний отвір у верхній притискній плиті 4, вступає в контакт зі зразком 3, продовжує опускатися вниз через прямокутний отвір у нижній притискній плиті 2 і руйнує структуру зразка 3 [204].

Зусилля руйнування зразка, розміщеного у вимірювальному пристрої в повздовжньому напрямку, фіксують за допомогою вимірювальної апаратури. Наступний етап вимірювання руйнівного зусилля проводиться в такій же послідовності для зразка, розміщеного у вимірювальному пристрої в поперечному напрямку [204].

Для перевірки коливань показників міцності окремих видів паперу та картону хром-ерзацу одинарної товщини, перелічених у табл. 4.5.1, у машинному та поперечному машинному напрямках, проведені експериментальні дослідження із застосуванням пристрою зображеному на рис. 4.5.3 [204].

В окремому випадку, на прикладі зразків крейдованого паперу масою 300 г/м², використані зразки без ламінування і з ламінуванням, з метою визначення впливу додаткового поверхневого зміцнення на показники міцності у машинному та поперечному машинному напрямках [204].

Заготовки зразків матеріалів (табл. 4.5.1) розташовувались між притискними плитами спочатку в поперечному, а потім у машинному напрямках орієнтування волокон в структурі матеріалів. Показники отриманих результатів занесені до табл. 4.5.2 [204].

Таблиця 4.5.1. Види палітурних матеріалів для випробувань

№	№ зразків	Види палітурних матеріалів
1	Зразок №1	газетний папір 45 г/м ²
2	Зразок №2	офсетний папір 80 г/м ²
3	Зразок №3	крейдований папір 115 г/м ²
4	Зразок №4	крейдований папір 300 г/м ²
5	Зразок №5	крейдований папір 300 г/м ² + ламінація (плівка 30 мкм)
6	Зразок №6	крейдований папір 350 г/м ²
7	Зразок №7	картон хром-ерзац, d = 0,3 мм

Таблиця 4.5.2. Показники міцності зразків палітурних матеріалів у поперечному і поздовжньому напрямку розташування волокон

№	Зразки паперу і картону	Напрямок розташування волокон	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зразок №1	поперечний	26,46	27,44	28,42	26,46	27,44	27,24	18,13
2	Зразок №1	поздовжній	33,32	36,26	32,34	33,32	36,26	34,3	22,83
1	Зразок №2	поперечний	63,7	65,66	67,62	64,68	63,7	65,66	43,8
2	Зразок №2	поздовжній	70,56	73,5	70,56	72,52	71,54	71,74	47,82
1	Зразок №3	поперечний	77,42	76,44	75,46	77,42	75,46	76,44	50,96
2	Зразок №3	поздовжній	93,1	97,02	96,04	93,1	96,04	95,06	63,41
1	Зразок №4	поперечний	86,24	83,3	108,78	85,26	83,3	85,06	56,74
2	Зразок №4	поздовжній	117,6	119,56	117,6	120,54	117,6	118,58	79,08
1	Зразок №5	поперечний	88,2	87,22	88,2	89,18	90,16	88,59	59,09
2	Зразок №5	поздовжній	125,44	126,42	121,52	122,5	124,46	124,07	82,71
1	Зразок №6	поперечний	98,0	97,02	98,98	96,04	98,0	97,61	65,07
2	Зразок №6	поздовжній	155,82	153,86	152,88	154,84	155,82	154,64	103,1
1	Зразок №7	поперечний	97,02	90,16	88,2	92,12	90,16	91,53	61,05
2	Зразок №7	поздовжній	146,02	141,12	143,08	144,06	146,02	144,06	96,04

Аналіз отриманих результатів засвідчує значне відхилення показників міцності представлених матеріалів у машинному, відносно поперечному машинному напрямках [204].

Ламінування зразків крейдованого паперу масою 300 г/м² і внаслідок цього створення додаткового поверхневого зміцнювального ефекту, практично не вплинуло на різницю показників міцності [204].

Без ламінування зразків відхилення в сторону збільшення, на користь машинного напрямку, складає 28,25%, а з ламінуванням – 28,56%. Найменші показники відхилень виявлені в зразках офсетного паперу масою 80 г/м² – 9,2% , а найбільші показники виявлені у крейдованого паперу масою 350 г/м² – 36,89% та картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм – 36,68% [204].

На гістограмі (рис. 4.5.4) зображені відхилення показників міцності матеріалів (табл. 4. 5. 2) у машинному і поперечному машинному напрямках у відсотках [204].

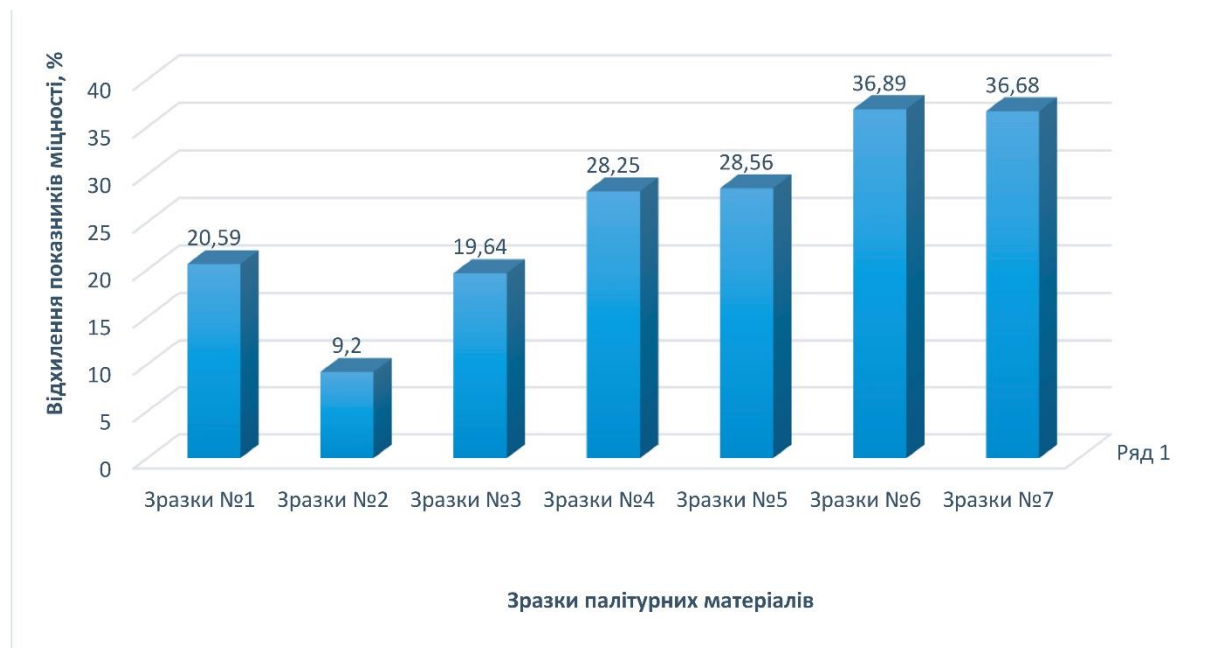


Рис. 4.5.4. Відхилення показників міцності окремих палітурних матеріалів в машинному і поперечному машинному напрямках

При формуванні друкарського аркуша і здійсненні розкладок розгортки напівжорстких обкладинок, необхідно враховувати значні відхилення

показників міцності палітурних матеріалів у машинному і поперечному машинному напрямках розташування волокон в структурі матеріалів. Слід зазначити, що місця майбутніх тривалих перегинань обкладинок, під час споживчого відкривання книжок, доцільно орієнтувати на друкарських аркушах вздовж машинного розташування волокон. В іншому випадку, тривалість використання обкладинок в неушкодженому стані скоротиться на 20-37% часу запланованого державними стандартами (рис. 4.5.4) [204].

Висновки до 4 розділу

1. Запропоновано перелік необхідних і достатніх технологічних операцій брошурувально-палітурних процесів, дотримання яких сприятиме виготовленню обкладинок з розрахованою контурною і структурною побудовою.

2. Визначено особливості побудови напівжорстких обкладинок, відмінною характеристикою яких є створення подвійної клеєної композитної структури, внаслідок додаткових конструктивних складових, які загинаються і приклеюються до основної частини обкладинок. Внутрішня площа обкладинок після склеювання має плоску форму без дефектних контурів в місцях приклеювання.

При такій побудові обкладинок суттєво зміцнюється їх контурна частина, яка підсилюється створеними ребрами жорсткості в місцях попередньо нанесених, в процесі біговання і висікання розгорток, контурних заглибин.

3. З метою розширення технологічних можливостей і кількісного скорочення штанцформ для виготовлення розгорток книжкових напівжорстких обкладинок однакового формату і різної ширини корінцевої частини розроблено нову конструкцію пристрою для забезпечення висікання розгорток обкладинок із паперу та картону.

За допомогою якого можливо висікати розгортки одного книжкового формату зі змінною шириною корінця книги, на відміну від штампів, що

необхідно виготовляти для висікання розгорток кожної нової обкладинки, при зміні ширини корінця у кожному новому виданні книжок.

4. Розроблено вимірювальний пристрій і технологію вимірювання, яка полягає в отриманні розподілених показників міцності матеріалів з неоднорідною структурою розташування волокон в машинному і поперечному машинному напрямках, таких, як палітурний картон, картон хром-ерзац та щільні види крейдованих паперів, з яких виготовляють напівжорсткі обкладинки для книжкової продукції.

5. Застосування пристрою для розподіленого вимірювання міцності палітурних матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок дозволяє брати до уваги формування на друкарських аркушах технологічно обґрунтованих розкладок розгорток напівжорстких обкладинок. Перегинання яких в процесі читацького використання більш сприятливе за тривалістю в поздовжньому, для розташування волокон, напрямку.

РОЗДІЛ 5.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЮВАННЯ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК МОДИФІКОВАНИМИ КЛЕЙОВИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

Завданням теоретичного та експериментального дослідження міцності склеєних зразків паперів і картонів, що застосовуються для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок, є визначення цифрових показників, на підставі яких можливо здійснювати вибір конструкцій обкладинок, що сприяють підвищенню міцності, довговічності та експлуатаційній тривалості використання книжкової продукції.

Результати експериментальних досліджень покладено в основу практичних рекомендацій застосування виявлених варіантів сприятливого поєднання окремих видів паперу, картону та палітурних клеїв, які найбільше використовуються для виготовлення книжкових обкладинок і палітурок різних конструкцій масовими тиражами.

5.1. Аналіз впливу палітурних клеїв на міцність напівжорстких обкладинок

Виготовлення обрізних обкладинок і обкладинок підвищеної жорсткості (рис. 1.3.1, рис. 4.1.2, рис. 4.1.3, рис. 4.3.1, рис. 4.3.2 та ін.) із заданими показниками міцності, жорсткості, експлуатаційної стійкості та тривалості використання залежить від властивостей і технічних характеристик матеріалів із яких обкладинки виготовляються [102].

Це крейдований папір з показниками маси 130-400 г/м², картон хром-ерзац товщиною 0,3-1,2 мм та різні види тонких палітурних картонів для виготовлення обкладинок [102].

Через те що виготовлення обрізних обкладинок і напівжорстких обкладинок частково подвійної, або подвійної товщини з проклеюванням і без

проклеювання площини конструктивного дотику, відбувається з одного аркуша матеріалів з різними технологічними властивостями [102].

Тому необхідно визначити максимальні зусилля, при яких відбувається руйнування одиничних, подвійних та склеєних подвійних зразків матеріалів під час розтягування їх на розривній машині до повного руйнування [102].

Для проведення досліджень були використані клеї [101] марки яких показані в табл. 5.1.1.

Таблиця 5.1.1. Вибірка клеїв

№	№ клею	Назва і марка клею	Країна виробник
1	Клей №1	термоклей PLAKAL Batch 6602	Німеччина
2	Клей №2	термоклей Tecnomelt 3660	Німеччина
3	Клей №3	термоклей Swift therm 8026	Фінляндія
4	Клей №4	полі вініл-ацетатна дисперсія ПВАД 51-П	Україна
5	Клей №5	полі вініл-ацетатна дисперсія ПВАД ДФ-51/15В	Україна

Для визначення зусиль, що призводять до руйнування та розриву зразків застосована вибірка крейдованих паперів Lumi Forte (виробник Stora Enso, Фінляндія) масою 130,150, 170, 250, 300, 350 г/м² та картон хром-ерзац (chrome-erzac) (виробник Україна) товщиною 0,3 мм [102].

Експериментальні дослідження виконувалися на розривній машині РМБ-30 з граничним навантаженням не менше 50 Н (5 кГс), ціною поділки шкали А не більше 0,02 кГс і вантажем, що створює зусилля на розрив близько 0,001 МПа (0,01 кГс/см²) [102].

Зразки, призначені для випробовування являють собою смужки перелічених матеріалів довжиною 100 мм і шириною 15 мм, одиничні (Зразок №1), подвійні без склеювання (Зразок №2) та подвійні склеєні між собою

палітурними клеями (Зразки №3-№7) (табл. 5.1.1). Отримані результати максимальних зусиль руйнування крейдованих паперів і картону хром-ерзац під час розтягування зразків, що досліджувалися, та розрахована міцність під час розтягування відтворені у табл. 5.1.1 - 5.1.7 [102].

Таблиця 5.1.2. Показники міцності зразків крейдованого паперу 130 г/м²

№	Структура з'єднання 1.	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зразок №1	Без клею	49,98	49,98	51,94	50,96	51,94	50,96	34,3
2	Зразок №2	Без клею	95,06	95,06	93,1	93,1	94,08	94,08	62,72
3	Зразок №3	Клей №1	107,78	105,84	109,76	105,84	108,78	107,8	71,83
4	Зразок №4	Клей №2	116,62	118,58	112,7	117,6	112,7	115,64	77,13
5	Зразок №5	Клей №3	110,74	116,62	110,74	114,66	115,64	113,68	75,75
6	Зразок №6	Клей №4	128,38	126,42	129,36	125,44	127,4	127,4	84,97
7	Зразок №7	Клей №5	113,68	114,66	108,78	112,7	111,72	111,72	74,48

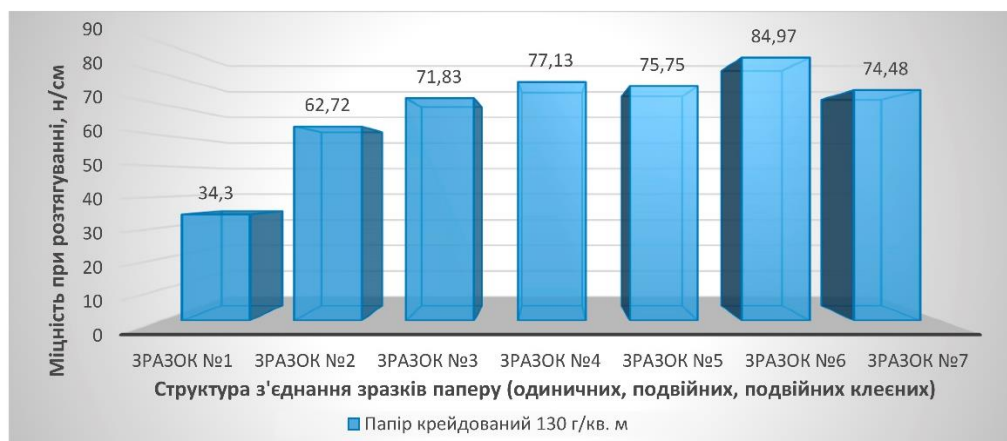
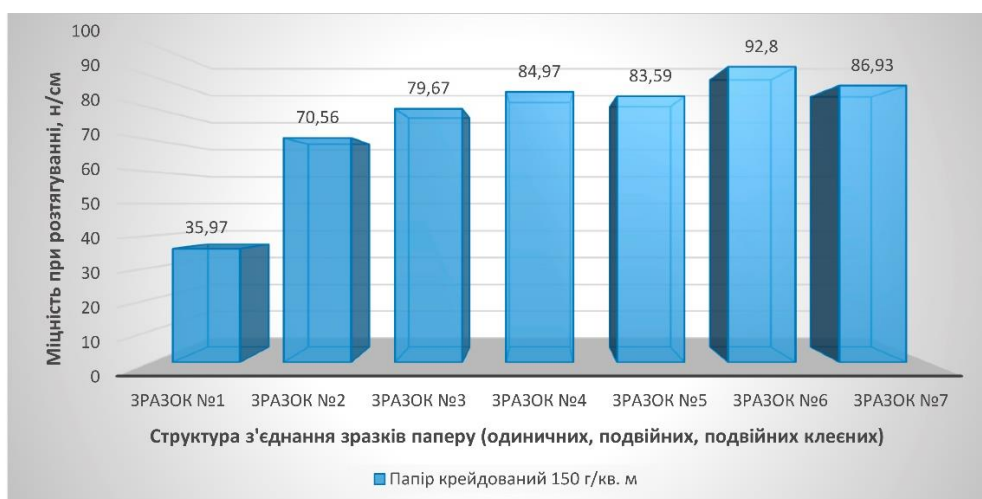


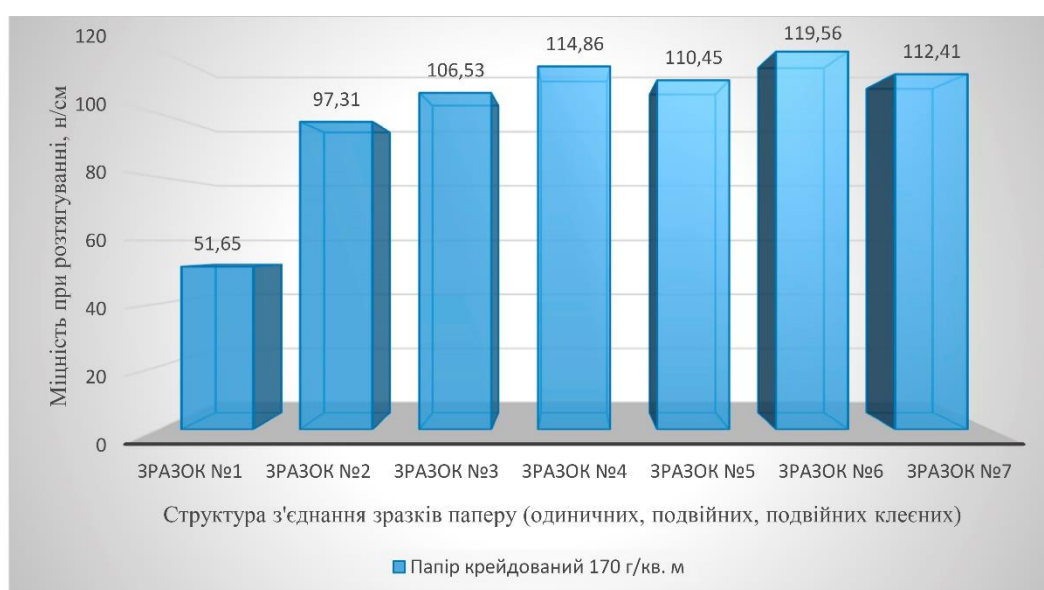
Рис. 5.1.1. Показники міцності зразків крейдованого паперу 130 г/м²

Таблиця 5.1.3. Показники міцності зразків крейдованого паперу 150 г/м²

№	Структура з'єднання 2.	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Зразок №8	Без клею	51,94	52,92	56,84	51,94	55,86	53,9	35,97
9	Зразок №9	Без клею	106,82	105,84	104,86	104,86	106,82	105,84	70,56
10	Зразок №10	Клей №1	118,58	120,54	120,54	118,58	119,56	119,56	79,67
11	Зразок №11	Клей №2	128,38	124,46	126,42	129,36	128,38	127,4	84,97
12	Зразок №12	Клей №3	125,44	122,5	123,48	127,4	128,38	125,44	83,59
13	Зразок №13	Клей №4	140,14	137,2	140,14	138,18	140,14	139,16	92,8
14	Зразок №14	Клей №5	129,36	131,32	129,36	131,32	130,34	130,34	86,93

Рис. 5.1.2. Показники міцності зразків крейдованого паперу 150 /м²Таблиця 5.1.4. Показники міцності зразків крейдованого паперу 170 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Зразок №15	Без клею	78,4	75,46	75,46	79,38	78,4	77,42	51,65
16	Зразок №16	Без клею	146,02	146,02	147,98	144,06	146,02	146,02	97,31
17	Зразок №17	Клей №1	160,72	157,78	160,72	157,78	161,7	159,74	106,53
18	Зразок №18	Клей №2	176,58	168,56	176,58	166,6	167,58	167,58	114,86
19	Зразок №19	Клей №3	166,6	167,58	163,66	163,66	166,6	165,62	110,45
20	Зразок №20	Клей №4	180,32	178,36	177,38	180,32	180,32	179,34	119,56
21	Зразок №21	Клей №5	168,56	168,56	168,56	169,54	167,58	168,56	112,41

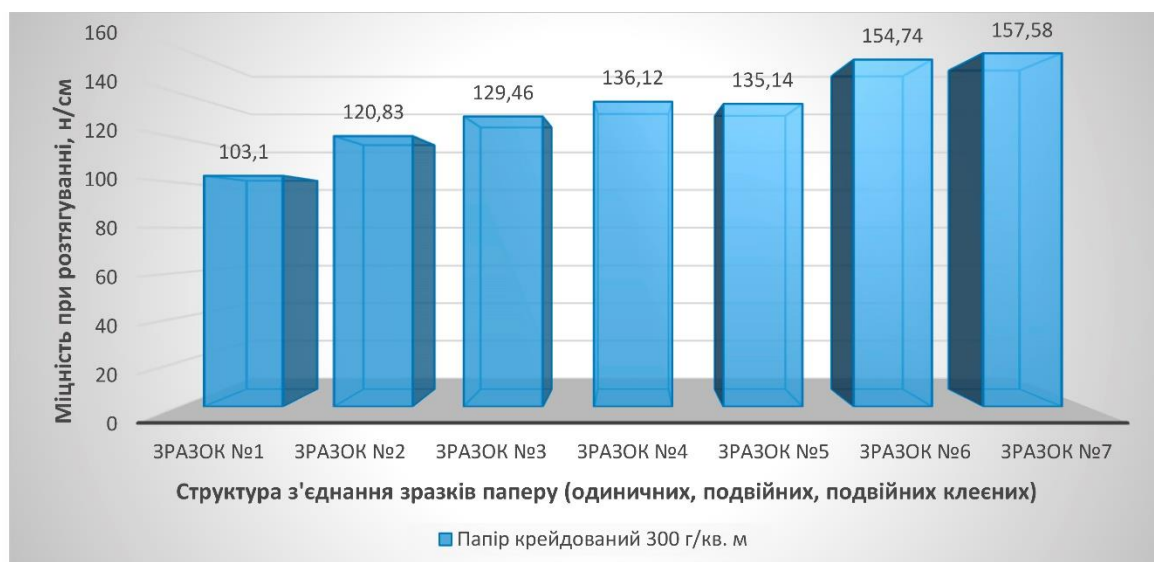
Рис. 5.1.3. Показники міцності зразків крейдованого паперу 170 г /м²

Таблиця 5.1.5. Показники міцності зразків крейдованого паперу 250 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Зразок №22	Без клею	116,62	121,52	121,52	116,62	116,62	118,58	79,09
23	Зразок №23	Без клею	164,64	163,66	164,64	163,66	164,64	164,25	109,47
24	Зразок №24	Клей №1	175,42	176,4	175,42	177,38	178,36	176,6	117,7
25	Зразок №25	Клей №2	184,24	186,2	185,22	187,18	188,16	186,2	123,48
26	Зразок №26	Клей №3	183,26	183,26	184,24	184,24	185,22	184,04	122,7
27	Зразок №27	Клей №4	197,96	197,96	198,84	197,96	198,84	198,35	132,2
28	Зразок №28	Клей №5	196,0	195,02	195,02	194,04	196,0	195,22	130,14

Рис. 5.1.4. Показники міцності зразків крейдованого паперу 250 г /м²Таблиця 5.1.6. Показники міцності зразків крейдованого паперу 300 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	Зразок №29	Без клею	153,86	153,86	154,84	154,84	155,82	154,64	103,1
30	Зразок №30	Без клею	180,32	181,3	18,6	181,3	181,3	181,3	120,83
31	Зразок №31	Клей №1	195,02	194,04	195,02	193,06	194,04	194,24	129,46
32	Зразок №32	Клей №2	203,84	203,84	204,82	204,82	204,82	204,23	136,12
33	Зразок №33	Клей №3	201,88	201,88	202,86	20,8	202,86	202,66	135,14
34	Зразок №34	Клей №4	232,26	231,28	232,26	233,24	231,28	232,06	154,74
35	Зразок №35	Клей №5	235,2	236,18	237,16	235,2	238,14	236,38	157,58

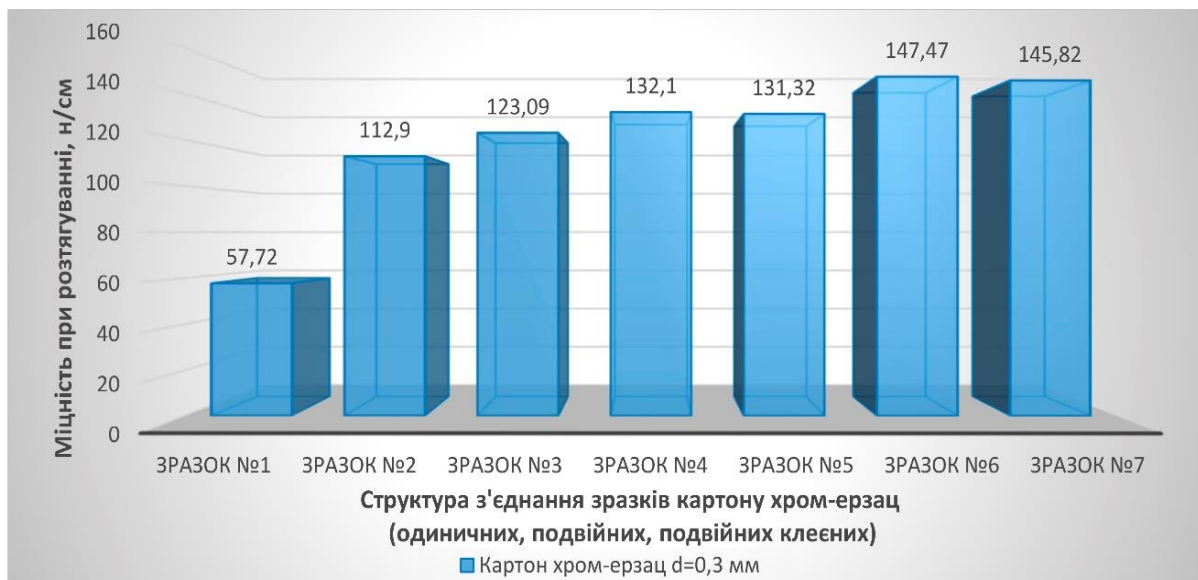
Рис. 5.1.5. Показники міцності зразків крейдованого паперу 300 г /м²Таблиця 5.1.7. Показники міцності зразків крейдованого паперу 350 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	Зразок №36	Без клею	141,12	137,2	141,12	140,14	141,12	140,14	93,4
37	Зразок №37	Без клею	263,62	265,58	263,62	267,54	267,54	265,58	177,1
38	Зразок №38	Клей №1	281,3	279,3	279,3	277,34	279,3	279,3	186,2
39	Зразок №39	Клей №2	28616	287,14	286,16	287,14	289,1	287,14	191,39
40	Зразок №40	Клей №3	285,18	286,16	290,08	282,24	282,24	285,18	190,12
41	Зразок №41	Клей №4	298,9	298,9	298,9	299,88	297,92	295,96	197,27
42	Зразок №42	Клей №5	294,0	295,96	294,0	297,992	297,92	295,96	197,27

Рис. 5.1.6. Показники міцності зразків крейдованого паперу 350 г /м²

Таблиця 5.1.8. Показники міцності зразків картону хром-ерзац $d=0,3$ мм

	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	Зразок №43	Без клею	86,24	8,9	86,24	86,24	86,24	86,44	57,72
44	Зразок №44	Без клею	168,56	169,54	168,56	170,52	169,54	169,34	112,9
45	Зразок №45	Клей №1	185,22	184,24	185,22	183,26	185,22	184,63	123,09
46	Зразок №46	Клей №2	197,96	199,92	198,94	197,96	196,0	198,16	132,10
47	Зразок №47	Клей №3	196,0	197,96	197,96	196,00	196,98	196,98	131,32
48	Зразок №48	Клей №4	222,46	223,44	223,44	222,46	221,48	222,66	148,47
49	Зразок №49	Клей №5	218,54	218,54	219,52	218,54	218,54	218,74	145,82

Рис. 5.1.9. Показники міцності зразків картону хром-ерзац $d=0,3$ мм

Аналізуючи показники міцності одиничних та подвійних зразків під час розтягування, в момент руйнування, отримані в результаті експериментальних досліджень, відзначено відмінність зусиль руйнування одиничних та подвійних зразків, що не мають пропорційних цифрових показів – точних, або наближених до точних подвійних величин [102].

Відхилення складають від 1,91% для крейдованого паперу 150 г/м^2 до 41,77% для крейдованого паперу 300 г/м^2 . Розбіжність показників міцності для досліджуваних матеріалів відтворена на графіку (рис. 5.1.8) [102].

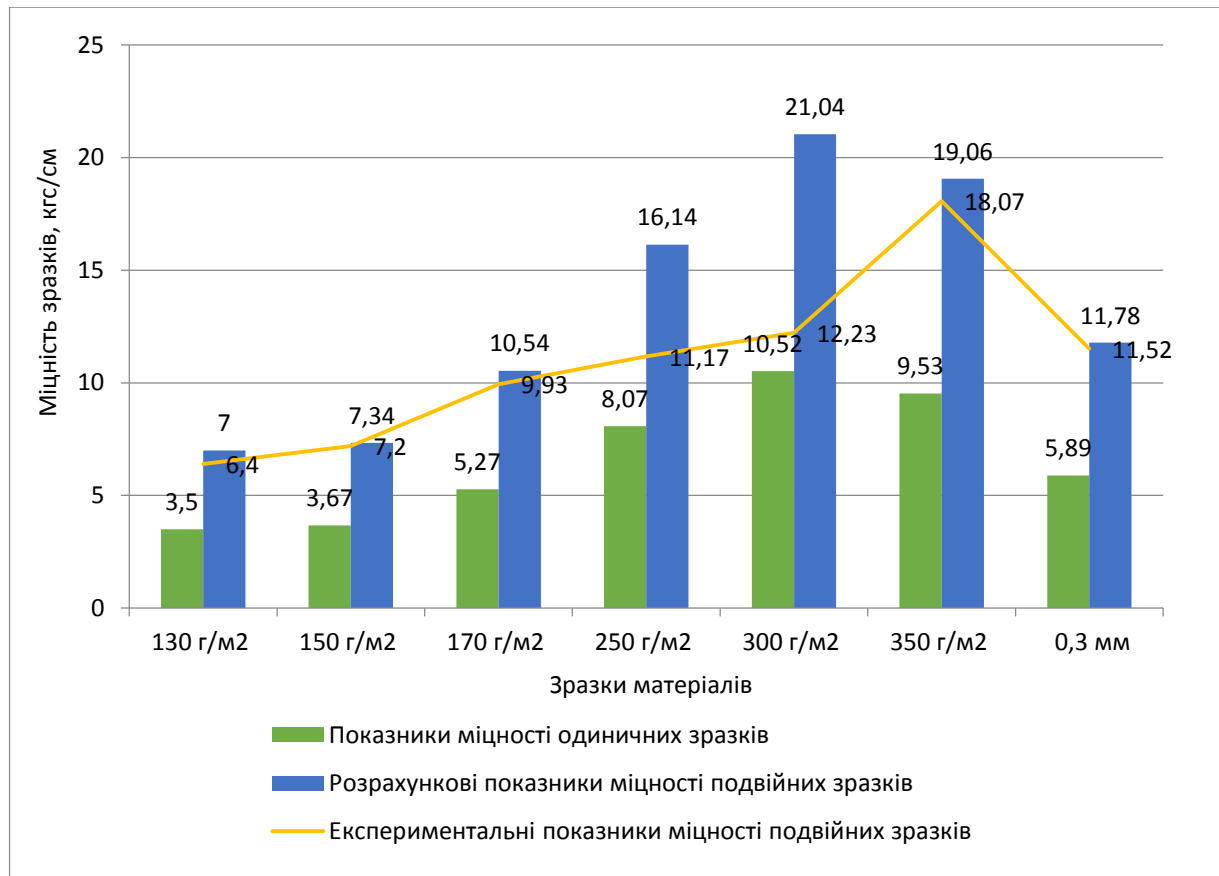


Рис. 5.1.8. Відхилення показників міцності одиничних та подвійних зразків матеріалів

Запис на цифрову відеокамеру процесу руйнування зразків поліграфічних матеріалів, відібраних для експериментів на розривній машині, та перегляд процесу в уповільненому режимі виявив неодноразовість руйнування подвійних зразків, що вплинуло на цифрові показники та їх значну розбіжність [102].

Не дивлячись на щільність затискання у розривній машині та паралельність розташування у затискачах зразків досліджуваних матеріалів, руйнування внутрішньої структури одного із двох зразків у процесі розтягування відбувалося з випередженням. Можливо припустити, що обкладинки, які конструктивно виготовлені із подвійного аркуша палітурного матеріалу, зношуються під час тривалого використання та дії руйнівних експлуатаційних чинників у пропорціях наближених до отриманих експериментальних результатів для кожного із застосованих матеріалів [102].

Для визначення особливостей застосування палітурних клеїв при виготовленні напівжорстких обкладинок, що впливають на збільшення показників міцності клеєних конструктивних елементів обкладинок, проведені порівняльні дослідження міцності зразків палітурних матеріалів та палітурних клеїв найбільш вживаних при виготовленні книжкових оправ [102].

На підставі отриманих показників міцності можливе створення статистичної бази для вибору взаємодоповнювальних матеріалів та конструкцій обкладинок, що забезпечать необхідну жорсткість та експлуатаційну стійкість з мінімальними витратними показниками [102].

З розвитком сучасних технологій виготовлення книжкової продукції у традиційних оправах підвищуються вимоги до оправ, що задовольняли б умовам ресурсощадних технологій та використанням мінімальної кількості палітурних матеріалів з одночасним забезпеченням переваг у тривалості використання, міцності та малій вазі [102].

Одним із критеріїв забезпечення таких переваг виробленої друкованої продукції і є наростаючі вимоги до якості проклейки в процесі виготовлення напівжорстких оправ і надійності скріплення з ними блоків паперу різного типу. Дослідження однотипних матеріалів на міцність під час розтягування зразків виявили відмінність впливу палітурних клеїв, що були відібрані для експериментів, на показники міцності [102].

Враховуючи стабільні властивості термоклеїв, їх відмінне прилипання, забезпечення надійного склеювання, утворення клейової плівки високої еластичності при виготовленні обкладинок, згідно з отриманими результатами, максимальні порівняльні характеристики впливу на міцність склеювання зразків крейдованого паперу і картону виявили полі-вініл-ацетатні дисперсії [102].

ПВА дисперсії характеризуються високою адгезією до різних поверхонь та стійкістю до впливу зовнішніх факторів. Клейове з'єднання за короткий час досягає високого рівня міцності внаслідок ефективного змочування і

проникнення всередину матеріалу, забезпечує швидке висихання. Графіки порівняльних характеристик зображені на рис. 5.1.9 [102].

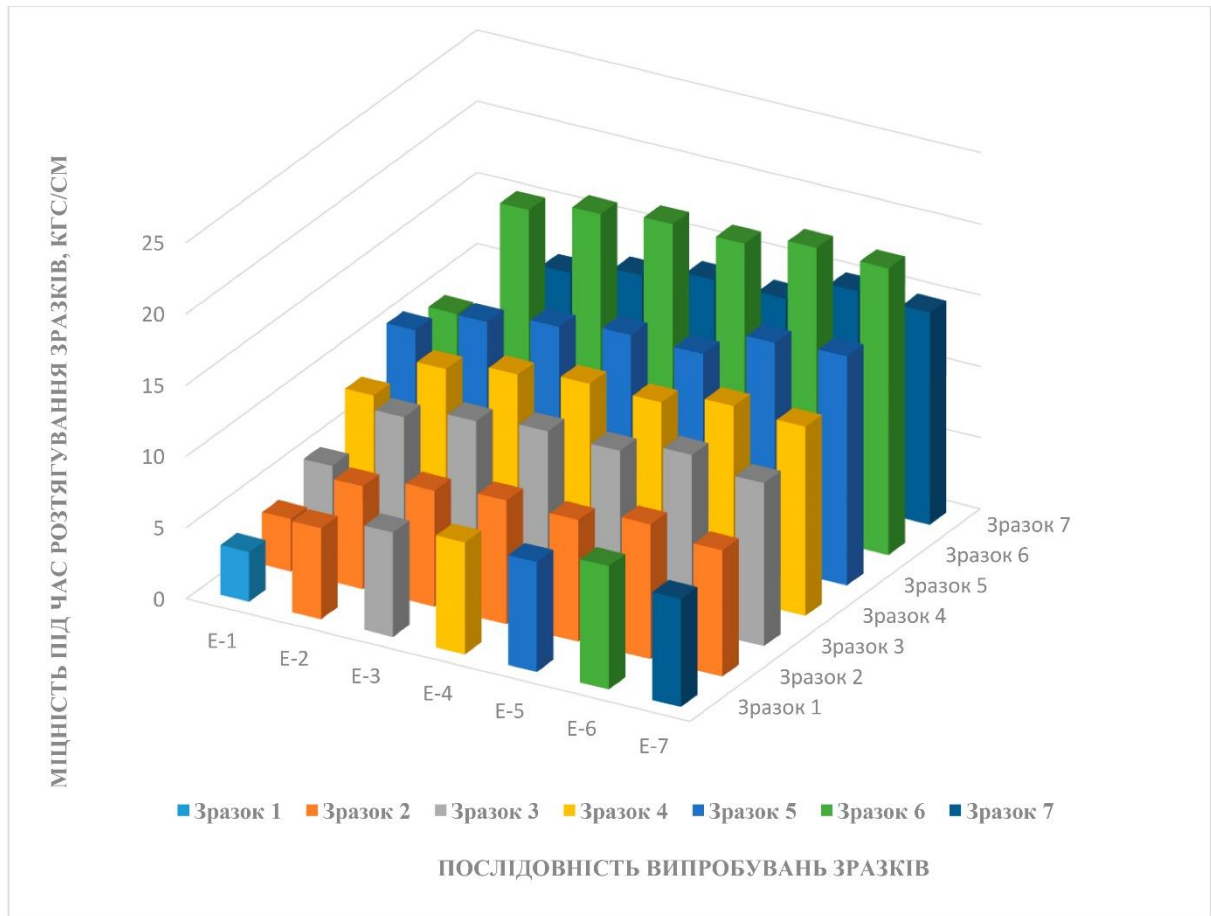


Рис. 5.1. 9. Порівняльні графіки показників міцності зразків

Аналіз графіків показників міцності відтворює поступове збільшення цифрових характеристик міцності зразків крейдованого паперу відносно збільшення маси паперу та зразка картону хром-ерзац, що виготовлений з макулатури, а також вплив різних видів палітурних клеїв на показники міцності, що створює часткову інформаційну базу для їх доцільного використання [102].

Сумарний вплив структури матеріалів та клеїв, якими зразки паперу і картону склеєні, виявив максимальні показники міцності під час розтягування у склеєних зразків крейдованого паперу масою 350 г/м^2 , крейдованого паперу 300 г/м^2 та картону хром-ерзац товщиною $0,3 \text{ мм}$, що склеєні клеєм ПВАД ДФ 51/15В [102].

Разом з тим, порівняльні характеристики міцності під час розтягування одиничних зразків палітурних матеріалів та тотожних подвійних склеєних зразків виявили інші залежності збільшення міцності, що відтворені у табл. 5.1.10 та графіку на рис. 5.1.10 [102].

Максимальні показники міцності, практично однакові, зафіксовані у зразках крейдованого паперу масою 150 г/м² (2,58) та картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм (2,57). Це свідчить про те, що при виборі компонентів для виготовлення обкладинок, наприклад, з приклеєними крайками, необхідна жорсткість і міцність обкладинки може бути забезпечена застосуванням паперу з нижчими показниками маси ніж у такої ж обрізної обкладинки з палітурних [102].

Таблиця 5.1.10. Порівняльні показники міцності палітурних матеріалів

№	Палітурні матеріали	Порівняльні показники
1	Крейдований папір 150 г/м ²	2,58
2	Хром-ерзац товщина 0,3 мм	2,57
3	Крейдований папір 130 г/м ²	2,48
4	Крейдований папір 170 г/м ²	2,31
5	Крейдований папір 350 г/м ²	2,11
6	Крейдований папір 250 г/м ²	1,67
7	Крейдований папір 300 г/м ²	1,45

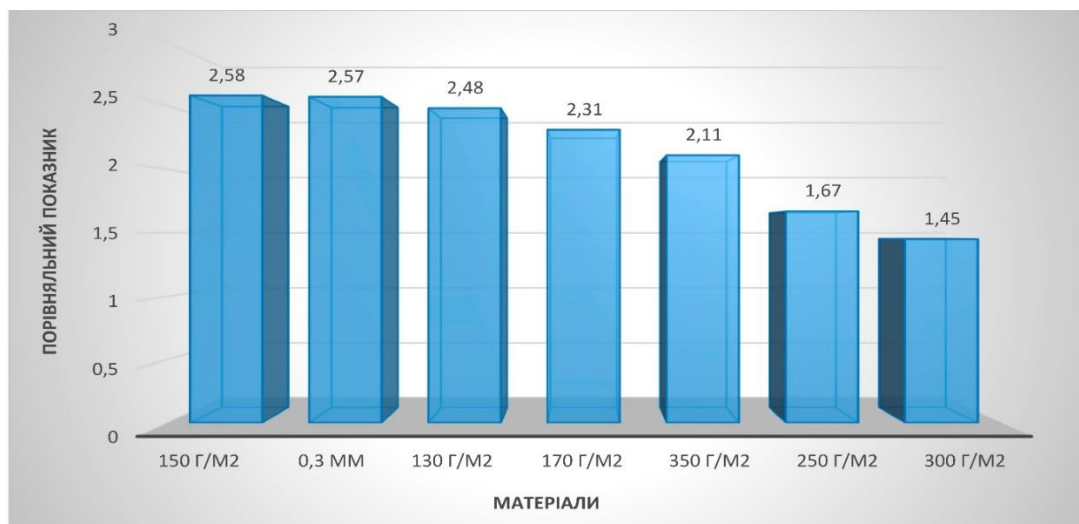


Рис. 5.1.10. Порівняльні графіки показників міцності зразків палітурних матеріалів одиничних та подвійних клеєних.

5.2. Методичне забезпечення дискретного нанесення клею на конструктивні елементи напівжорстких обкладинок

Завданням дослідження є визначення умов і технологічних можливостей для створення додаткової міцності й жорсткості книжкових обкладинок, що за конструктивною просторовою побудовою складаються з однієї деталі, розгортка якої висічена із цілісного аркуша щільного крейдованого паперу, або тонкого картону хром-ерзацу [106].

Геометрія додаткових крайок і клапанів, що після нанесення на них палітурного клею і загинання в сторону внутрішньої частини обкладинки утворюють подвійну товщину і додаткову міцність, у порівнянні з одинарними, або подвійними не проклеєними обкладинками, потребує експериментального дослідження наступних можливостей [106]:

- визначити умови збереження міцності подвійних проклеєних напівжорстких книжково-журнальних обкладинок при скороченні витрат клею, внаслідок його дискретного нанесення, і можливої економії клею, що сприяє зменшенню витратної частини вартості замовлення на виготовлення книжкової продукції [106];

- виявити умови, за якими можливе нанесення клею для приклеювання крайок і клапанів не суцільним шаром, що криє всю поверхню, а дискретним, що криє з визначеним кроком, лише частину внутрішньої поверхні такого типу обкладинок [106];

Виявлені показники мають прикладне значення при підбиранні компонентів виготовлення книжкових оправ з мінімізованими витратними показниками [102].

Застосування порівняльних коефіцієнтів [151] маси паперів і тонких картонів, із яких виготовляють напівжорсткі книжкові обкладинки, у поєднанні із застосуванням порівняльних коефіцієнтів міцності, що визначені при експериментальному руйнуванні зразків, дозволяє здійснювати системний підбір матеріалів для виготовлення напівжорстких обкладинок [106].

В експериментальних дослідженнях [43] вирішено завдання вдосконалення клейових композицій для підвищення еластичності клейової плівки, міцності з'єднання, достатньої адгезії і когезії при нанесенні клею на палітурні матеріали [106].

В дослідженні [19] обґрунтовано забезпечення збільшення клейної сили, зменшення показників старіння і появи плісняви у ПВА дисперсії (поширеної клейової полімерної композиції для палітурних робіт) шляхом введення антисептиків і магніченої води [106].

Дослідження і визначення особливостей застосування різних видів палітурних клеїв та палітурних матеріалів, що використовуються для виготовлення книжкових оправ та технологічних процесів сполучення клейових композицій зі щільними паперами і тонкими палітурними картонами, дозволяє моделювати [190] варіанти їх доцільного і мало витратного поєднання, систематизує вибір конструктивних складових і сучасних технологічних можливостей [106].

Виготовлення різноманітних конструкцій напівжорстких обкладинок передбачає висікання будь-якої плоскої розгортки обкладинки із цілісного аркуша щільних палітурних матеріалів – крейдованих паперів, хром-ерзаців і тонких картонів [106].

Геометрія яких складається із площини першої і другої сторінок обкладинки, за форматом видання, і крайок та клапанів, що утворюють подвійну конфігурацію по товщині у складеному із першою й другою сторінкою полю суцільної поверхні [106].

Окрім практично подвійної експлуатаційної міцності, отриманої внаслідок здвоєння двох тотожних поверхонь, однієї суцільної, а клапанної фрагментарної, внаслідок внутрішнього проклеювання деталей утвореної подвійної просторової конструкції полімерними клейовими композиціями, додатково збільшуються показники міцності й жорсткості, які прямим чином впливають на тривалість використання спрощених обкладинок з однієї розгортки у книжкових виробках [106].

На рис. 5.2.1 представлена одна із конструкцій [78] проклеєної подвійної напівжорсткої обкладинки, створення якої полягає у висіканні розгортки (1), як заготовки для виготовлення обкладинки, нанесення клейової полімерної композиції на площини додаткових конструктивних елементів у вигляді крайок і клапанів (2), їх фальцювання по лініях згинів, до утворення подвійної проклеєної площини (3), подальше щільне стискання утвореного тришарового виробу валиками механізму каландра (4), впродовж терміну полімеризації палітурного клею [106].

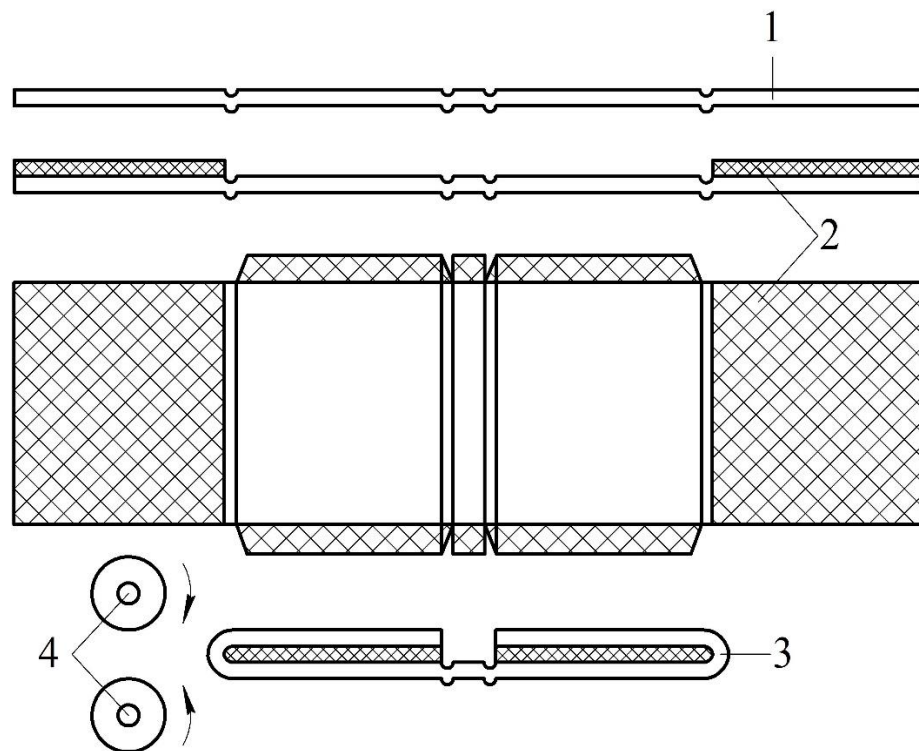


Рис. 5.2.1. Послідовність склеювання напівжорсткої обкладинки, 1 – переріз розгортки обкладинки; 2 – зони нанесення клею; 3 – склеєна обкладинка; 4 – валики каландру

Виріб, який утворюється після перелічених технологічних процесів, внаслідок високої адгезії полімерних клейових композицій [19] в структуру сприятливих для цього палітурних матеріалів, відібраних для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок, набуває властивості композитного тіла. Із зовнішніми шарами палітурного матеріалу і внутрішнього клейового

шару, що після полімеризації утворив щільну жорстку пластину, структурно зв'язану із зовнішніми шарами [106].

Враховуючи те, що напівжорсткі обкладинки займають проміжне становище між палітурками і обрізними обкладинками, підвищення їх міцності внаслідок використання новітніх клейових композицій, технологій модифікування клейових композицій та інших дієвих засобів, сприяє суттєвому підвищенню міцності, жорсткості та експлуатаційній стійкості таких обкладинок [106].

З іншої сторони, засоби збереження міцності й стійкості напівжорстких обкладинок, у яких клейовий шар, нанесений дискретно, з визначеним кроком, лише на частину поверхні склеювання, забезпечує тотожний рівень міцності, як за умов суцільного нанесення клею. Такі засоби потребують широкого застосування, через значну мінімізацію витратної складової грошових коштів і забезпечення конкурентоздатної ціни усього книжкового виробу [106].

Необхідно зазначити, що виготовлення основних видів книжкових оправ таких, як обрізні та напівжорсткі обкладинки і палітурки різних конструкцій відрізняється не тільки комплексом технологічних операцій їх виготовлення, в яких враховуються відмінності побудови оправ, а і способом їх скріплення з книжковими блоками [106].

Обрізні обкладинки кріпляться до блоків незшивним клейовим способом лише до корінцевої частини блоку, або до корінцевої частини з двосторонньою боковою промазкою. Для основної площини таких обкладинок відсутній будь-який вплив клейових речовин, що міг би змінити структуру матеріалу обкладинки й призвести до появи різноманітних дефектів, а також пришвидшеного експлуатаційного руйнування [106].

Напівжорсткі обкладинки кріпляться до книжкових блоків, як незшивним клейовим способом, так і приклеюванням до форзаців книжкових блоків, на всю площину яких нанесені клейові полімерні композиції [103, 106].

Виходячи з цього, для визначення впливу клейових композицій при нанесенні їх на площину обкладинок з крайками, враховано незначні розміри крайок. На які суцільним шаром нанесено палітурний клей, після чого крайки загнуті вздовж біговальних ліній і щільно притиснуті каландрувальними валиками. В результаті завершеного технологічного циклу утворено міцні, майже однорідні по периметру, конструкції обкладинок, у яких приклеєні крайки виконують функцію умовних ребер жорсткості [106].

Відповідно, нанесення клейових композицій суцільним шаром на основну поверхню обкладинок з попередньо приклеєними крайками і приклеювання утворених обкладинок до форзаців книжкових блоків не призводить до виникнення дефектів скріплення обкладинки і блока і не змінює в сторону зменшення тривалість гарантійного експлуатаційного періоду книги в цілому [106].

На відміну від цього, основною технологією виготовлення палітурок для книжкових блоків, попри конструктивне різноманіття палітурок, є приклеювання картонних сторонок до окантовувальних матеріалів таких, як видрукуваний і ламінований папір, палітурні матеріали штучного (баладек, балакрон та ін.), або природного (шкіра) походження [106].

В таких сполученнях картону і окантовувального матеріалу, враховуючи їх різницю в товщині, конструктивною побудовою палітурок передбачено нанесення лише суцільного шару клею на поверхню окантовувальних матеріалів і щільного притискання картонних сторонок до окантовувального матеріалу, з подальшим обгортанням крайками цього матеріалу зворотної сторони утвореної палітурки [106].

В іншому випадку, дискретне нанесення клею не суцільним шаром на окантовувальний матеріал призводить до утворення пухирів різних розмірів в місцях відсутності клею, що псує зовнішній вигляд виготовлених палітурок і призводить до їх відбраковування на стадії технологічного контролю [105].

Основна відмінність напівжорстких обкладинок, від перерахованих книжкових оправ, полягає в однорідності щільних матеріалів, із яких утворена

основна частина із першої й другої сторінок обкладинок. А також геометричні елементи обкладинок у вигляді клапанів і крайок, що утворюють подвійну суцільну проклеєну композитну структуру завершеної обкладинки [106].

5.3. Комплексне оцінювання технологічних особливостей дискретного нанесення клею

До визначення технологічних можливостей модифікації доданої міцності клейових композицій при виготовленні напівжорстких обкладинок, розглянемо основні відмінності клейових валів клейових апаратів фальцювально-склеювальних ліній та технологій нанесення клею, за допомогою яких здійснюється суцільне і дискретне нанесення клею на конструктивні деталі висічених розгорток заготовок майбутніх обкладинок [106].

Дослідження конструктивних особливостей деяких клейових апаратів, способів нанесення палітурних клеїв суцільними або дискретними шарами і чинників, що впливають на мінімізацію витрат клею для виготовлення напівжорстких обкладинок, проведено за умов дотримання визначеної технологічної міцності і жорсткості виготовлених обкладинок [106].

Клейові апарати, що застосовуються в палітурних технологічних процесах для нанесення клею суцільним шаром визначеної товщини, поділяються на два основні види, в одному із яких, товщину клейового шару регулює ракельний ніж, просторово дотичний до циліндричних валків нанесення клею, в іншому механізм щілинного типу з регульованим плоским отвором подачі клею [106].

Клейові апарати для дискретного нанесення клею відрізняються конструктивними особливостями нанесення клейового шару (лише незмінної каліброваної товщини), який забезпечується циліндричними валками, що мають живильники заглибини кругового типу в циліндричному тілі клейових валків, розташованих з кроком нанесення клею, або живильники заглибини коміркової побудови поверхні (рис. 5.3.1, рис. 5.3.2) [106].

На рис. 5.3.1 зображена конструкція клейового циліндра коміркового типу, механізму обертального нанесення клею в фальцювальних склеювальних автоматизованих лініях. Комірки (рис. 5.3.1, а) круглого типу із заглибинами у вигляді частини шару, розміри якого коливаються в залежності від розрахованої кількості клею, який переноситься на палітурний матеріал.

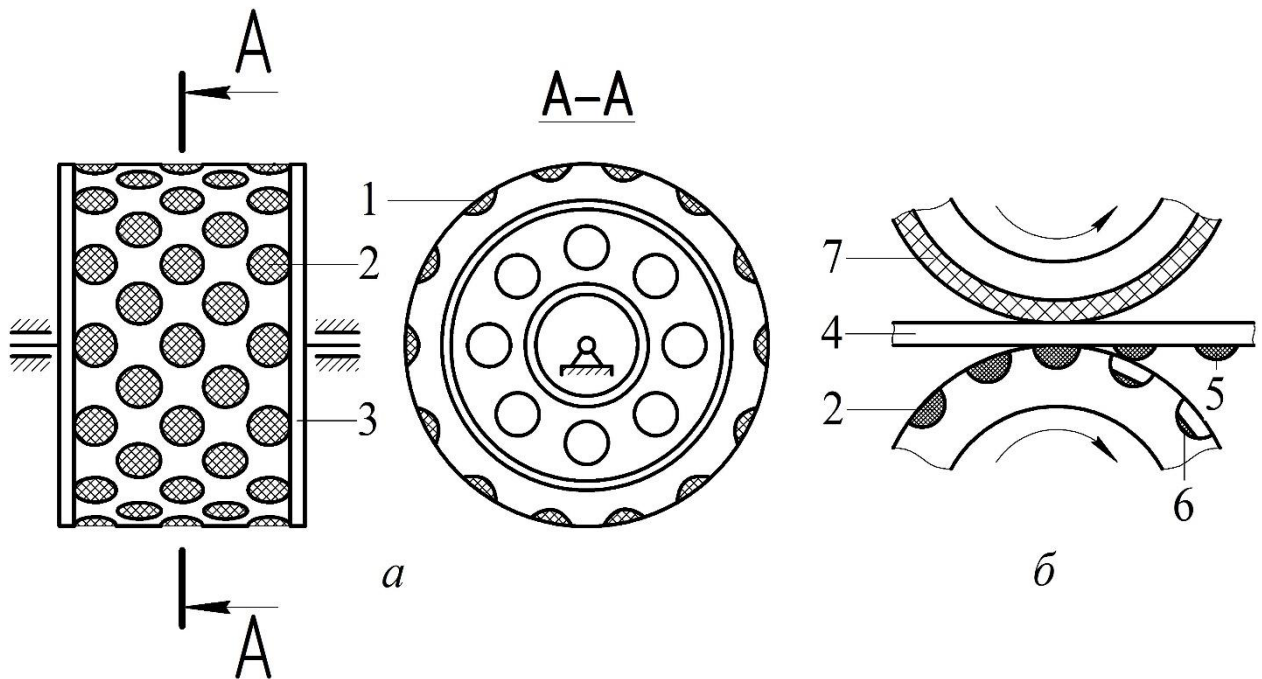


Рис. 5.3.1. Клейовий комірковий вал зі схемою перенесення клею на палітурний матеріал, *а* – клейовий вал коміркового типу; *б* – схема перенесення клею; 1 – зовнішня поверхня клейового валу; 2 – комірки з клеєм; 3 обмежувальні обіди; 4 – палітурний матеріал; 5 – перенесений клей; 6 – залишки клею; 7 – пружний декель

Розміри комірок і кількісний показник їх розташування на поверхні клейового валу залежать, в першу чергу, від фізико-механічних властивостей палітурних матеріалів і ступеню їх адгезійного зв'язку з клейовими полімерними композиціями застосовуваними для виготовлення напівжорстких обкладинок.

В процесі перенесення клею, зображеного на рис. 5.3.1,б, в результаті контакту клейового циліндра з палітурним матеріалом для виготовлення

обкладинок, клей прилипає до поверхні палітурного матеріалу і більша частина клею залишається на палітурному матеріалі.

Цей процес обумовлений силами адгезії, що діють між палітурним матеріалом і клеєм, і які для забезпечення технологічного процесу завжди більше сил когезії клею. Товщина шару клею, з врахуванням відсотку розтискування при склеюванні складових напівжорстких обкладинок, коливається при використанні клейових валів із різними за розмірами й геометричною побудовою заглибинами [106].

При перенесенні клею із комірок на поверхню палітурного матеріалу, не дивлячись на силу адгезійного зв'язку, незначна частина клею залишається в комірках, яку необхідно враховувати при розрахунках кількості клею, що має бути перенесений на палітурний матеріал.

В залежності від в'язкості й липкості різних видів клею, конструкції, розмірів і класу обробки ввігнутих поверхонь коміркових заглибин, розмірний показник залишків клею у кожному випадку буде різний. Тому технологічному склеюванню напівжорстких обкладинок має передувати процес визначення утворюваних залишків клею. А також має бути врахована можливість часткової полімеризації залишків клею в комірках. Тому необхідно передбачити циклічний процес технологічного очищення клейових циліндрів в процесі тиражного виготовлення напівжорстких обкладинок.

На рис. 5.3.2. зображено клейові вали з круговими заглибинами різних типів перерізів: дугових, трикутних, трапецієподібних.

Відповідно, об'єм клею, який можливо нанести на розгортки для напівжорстких обкладинок, буде порівнянний з площиною перерізів відповідних профілів. З площиною, утвореною перерізом дуги, трикутника, трапеції та інших можливих геометричних варіантів.

Для подальших досліджень і розроблення системи довірчих розрахунків кількісного нанесення клейових шарів на розгортки напівжорстких обкладинок, приймаємо профіль кругових заглибин в клейовому циліндрі прямокутним і профіль дискретних коміркових заглибин також прямокутним.

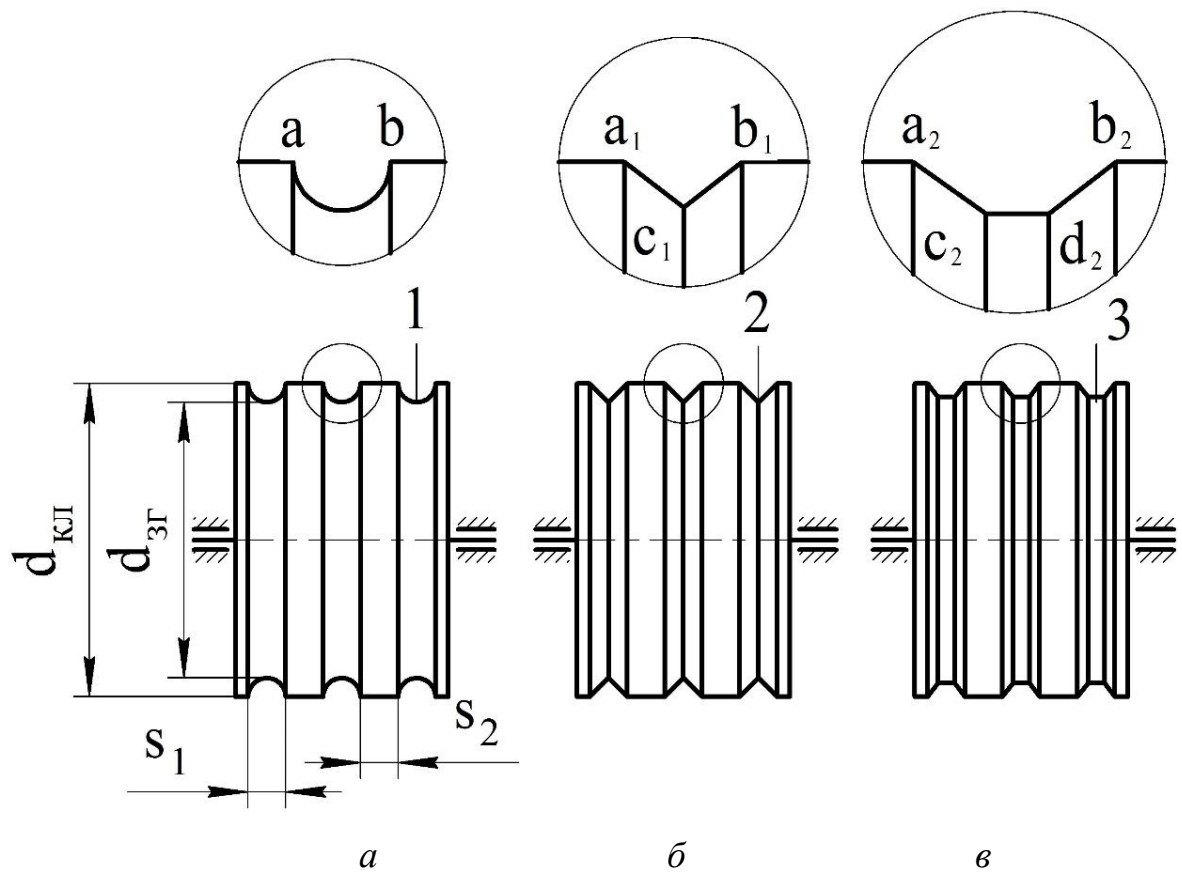


Рис. 5.3.2. Окремі типи клейових валів з круговими заглибинами, *а* – дуговий профіль перерізу; *б* – трикутний; *в* – трапецієподібний

Разом з тим, враховуємо, що технологічні процеси поліграфічного машинобудування, при виготовленні клейових валів, передбачають застосування метало різальних інструментів наявних в галузі з іншими конфігураціями поверхні різання.

Згідно з отриманням, у зв'язку з цими обставинами, різних профілів перерізів і комірок, можливо вирахувати коефіцієнти переходу від розрахункових величин кількості клею, нанесеного за один оберт клейового валу прямокутного профілю, стосовно інших, утворених в результаті застосування відповідних інструментів з відмінними від прямокутних профілями.

На рис. 5.3.3,*а* зображено технологію нанесення каліброваного шару клею суцільними стрічкоподібними ділянками з товщиною клейового шару, позначеною, як $t_{\text{кл}}$. Розгортка (1) заготовки напівжорсткої обкладинки з

товщиною палітурного матеріалу t_m переміщається \vec{v} в напрямку обертового клейового валу [106].

Клейовий вал має однорідні ділянки заглиблення для наповнення клеєм, ширина яких позначена, як s_1 , проміжкові ділянки, як s_2 , що у випадку, зображеному на рис. 5.3.3, $s_1=s_2$, діаметр заглиблення – d , а діаметр зовнішньої поверхні, який обмежує кількість клею, що потрапляє в заглиблення і калібрує однорідність нанесення, як $d_{кл}$, G – зона завантаження клею [106].

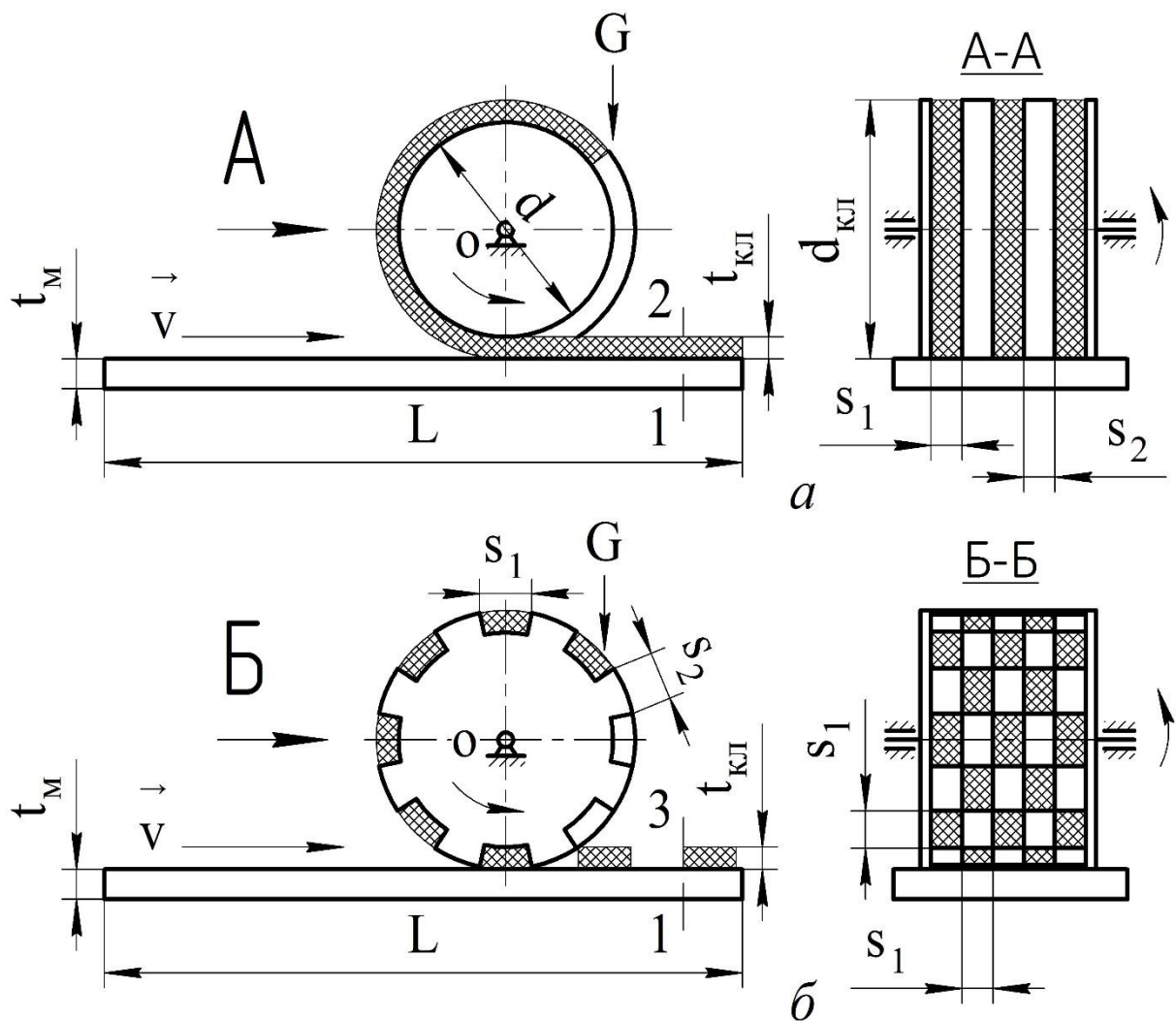


Рис. 5.3.3. Технології нанесення каліброваного шару клею, а – суцільного стрічкового; б – дискретного шахового

Відповідно, товщина клейового шару, який наноситься для склеювання обкладинки [106]:

$$t_{\text{кл}} = d_{\text{кл}} - d, \quad (5.3.1)$$

а об'єм, що може бути нанесений за один оберт клейового валу:

$$V_{\text{кл}} = (d_{\text{кл}} - d) \times s_1 \times n, \quad (5.3.2)$$

де n – кількість колових заглиблень однакової ширини.

Для планування і технологічного розрахунку витрат клею [35] у виробництві необхідно враховувати лінійну довжину ділянки обкладинки, на яку наносять дискретний шар клею, тоді [106]

$$V_L = \frac{(d_{\text{кл}} - d) \times s_1 \times n}{\pi \times d} \times L, \quad (5.3.3)$$

де V_L – витрати клею на фіксовану розмірами обкладинки довжину;

L – лінійна довжина зони нанесення клею.

На рис. 5.3.3,б зображено технологію нанесення каліброваного шару клею комірковими клейовими валками. Утворювальна поверхня такого клейового валка поділена на прямокутні ділянки з однаковими контурними розмірами s_1 [106].

Прямокутні ділянки чергуються у шаховому порядку в поздовжньому і поперечному напрямках утворювальної поверхні клейового валка: комірка – прямокутна ділянка – комірка – прямокутна ділянка, і так по всій утворювальній поверхні клейового валка [106].

Розміри комірок для поділу поверхні клейового валка вибрані такими, щоб могла бути відтворена їх кратна кількість, без залишків, для створення можливостей рівномірного нанесення клею на складові деталі обкладинок.

Комірки утворювальної поверхні клейового валка можуть мати різну геометричну форму на поверхні валка, у вигляді круглих отворів, чотири, п'яти, шести, або іншої конфігурації багатогранників [106].

В глибину валка, відраховуючи від утворювальної поверхні, формування отворів залежить від конфігурації металу різального інструменту, технології механічного утворення отворів і визначеної кількості клею, що має бути перенесена із комірок на обкладинку [106].

Для проведення порівнянних досліджень різних типів клейових апаратів і відмінностей у способах нанесення клею на деталі напівжорстких обкладинок відібрані клейові валки з тотожними прямолінійними, для стрічкоподібного нанесення клею, і прямокутними, для коміркового нанесення клею, розмірними параметрами [106].

За умови однакових розмірів заглиблень і «пробільних» частин поверхні клейових валків, на які клей не наноситься, клейові апарати, як такі, що створюють шар клею суцільними стрічкоподібними ділянками, чи комірковими ділянками, утворюють параметрично тотожні площі клейового заповнення поверхонь конструктивних деталей обкладинок [106].

Але міцність виготовленої напівжорсткої обкладинки, при нанесенні клею суцільними стрічкоподібними ділянками, буде відрізнятися в поздовжньому і поперечному напрямках в залежності від напрямків нанесення клею (рис. 5.3.4) [106].

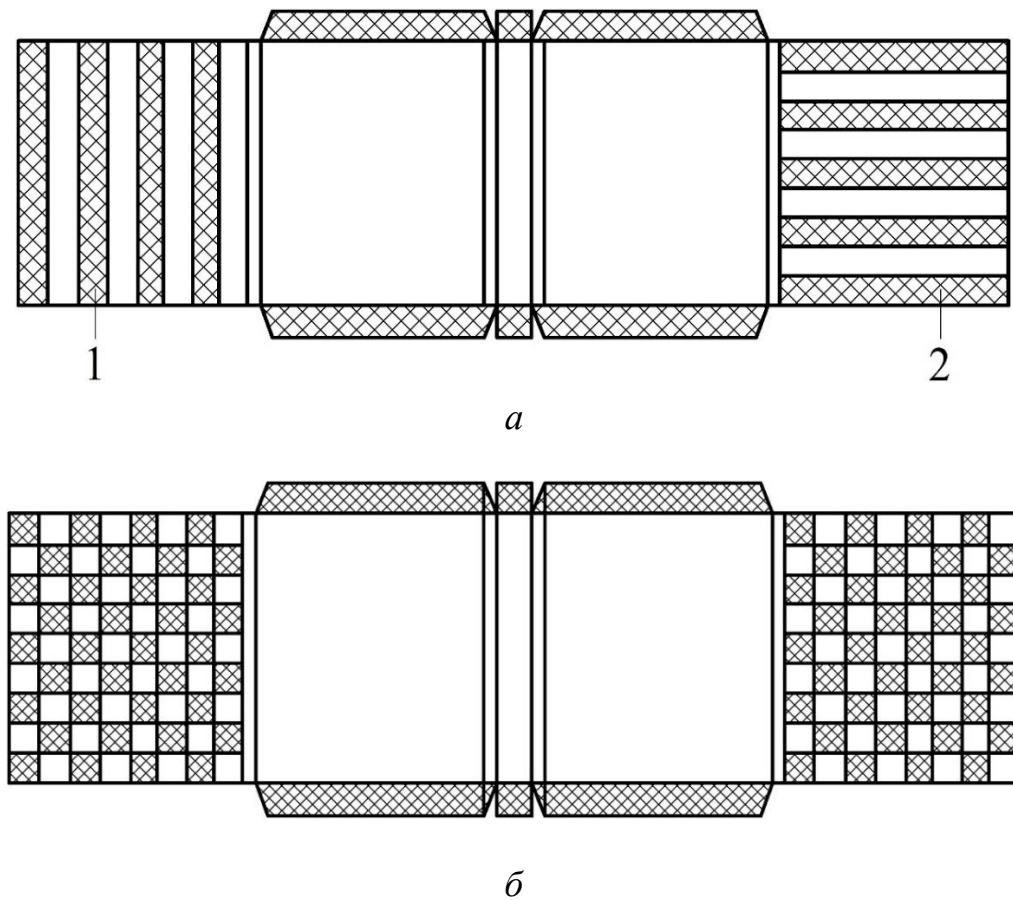


Рис. 5.3.4. Стрічкоподібні й шахові ділянки нанесення клею, 1 – в поперечному напрямку; 2 – в поздовжньому напрямку;

Для технологічності операції нанесення стрічкоподібного шару клею доцільно використовувати валковий механізм, що здійснює нанесення клею при транспортуванні обкладинки в напрямку (1) показаному на рис. 5.3.4 [106].

Нанесення клею у напрямку (2) ускладнює конструкцію клейового механізму, але створює більш сприятливі експлуатаційні умови використання напівжорсткої обкладинки при тривалих розкриваннях книг і уповільнення отримуваної, відповідно, деформації обкладинок [106].

Для підготовки досліджень залежності площі нанесення палітурного клею на конструктивні деталі напівжорстких обкладинок та отримуваної міцності і жорсткості виготовлених обкладинок, після склеювання основної частини обкладинки і її додаткових зміцнювальних деталей, необхідно дослідити процес розтискування клею при проходженні склеєних частин через валки механізму каландру [106].

Кількісний показник дискретної подачі клею клейовими валками та зусилля стискання склеєних поверхонь палітурного матеріалу напівжорсткої обкладинки будуть суттєво впливати на отримувані геометричні параметри клейової площі заповнення, утвореної композитної структури картон-клей-картон [106].

Клейові апарати, які наносять клей суцільним площинним шаром регулюють мінімальну товщину клею, враховуючи його липкість і в'язкість, в межах, що забезпечує надійне з'єднання склеєних поверхонь палітурного матеріалу напівжорсткої обкладинки й заповнення профільного рельєфу, притаманного поверхням кожного матеріалу [106].

Будь-яке значне технологічне розтискування клею, після каландрування склеєних деталей одного щільного матеріалу, не планується і має характер похибки. Наявність же значного розтискування, у таких випадках, свідчить про надмірну подачу клею, не викликану структурною необхідністю забезпечення додаткової міцності виготовленої обкладинки [106].

У випадку нанесення клею дискретними суцільними стрічковими, або комірковими шарами клею, порційність нанесення клею залежить від

конструкції клейових валків, що сприяють забезпеченню технологічного розтискування клейового шару під час каландрування склеєних поверхонь обкладинок [106].

Площа утвореної дискретної зони склеювання не тільки забезпечує доцільну міцність і жорсткість обкладинок різних конструкцій, а є елементом створення їх просторових варіантів [106].

Розглянемо декілька варіантів дискретного нанесення клейових шарів (рис. 5.3.5) для склеювання деталей напівжорстких обкладинок і виявлення особливостей технологічного обґрунтування необхідності такого склеювання. Де цифрами 1, 3, 5 позначені ділянки клейового валу без клею на поверхні, а 2, 4, 6 – ділянки каліброваних клейових впадин, що регулюють кількість нанесення клею [106].

Клейовий вал (рис. 5.3.5,*a*) має декілька радіальних колових пазів (2), утворених в тілі валу, що мають однакову ширину зі з'єднувальними елементами (1), розташованими в черговій послідовності з радіальними пазами. Ширина радіальних колових клейових пазів t_1 і ширина ділянок s_1 тотожні, тобто $t_1 = s_1$ [106]

Діаметр d_1 позначає глибину радіального клейового паза, що регулює порційність нанесення клейового шару з однієї сторони. А діаметр D_1 позначає, як загальний зовнішній розмір циліндричної утворювальної поверхні клейового валу і циліндричний розмір з'єднувальних ділянок, так і зовнішній розмір клейового шару розташованого в радіальних колових пазах [106].

На рис. 5.3.5,*a*₁ відтворена прямокутна частина клапана напівжорсткої обкладинки, що приклеюється до основної частини обкладинки, позначена сторонами B_1 і C_1 прямокутника. На поверхню клапану обкладинки нанесені стрічкоподібні шари клею шириною t_1 і товщиною τ_1 (рис. 5.3.5,*a*₂) [106].

Товщина клею τ_1 утворена нанесенням його в такій кількості, що забезпечує розтискування $\frac{\Delta_1}{2}$ за умови, що $\frac{\Delta_1}{2} = \frac{s_1}{2}$. Загальна величина

розтискування такого клейового шару Δ має бути тотожною з шириною з'єднувальних ділянок s_1 на яких відсутній будь-який шар клею, $\Delta_1 = s_1$ [106].

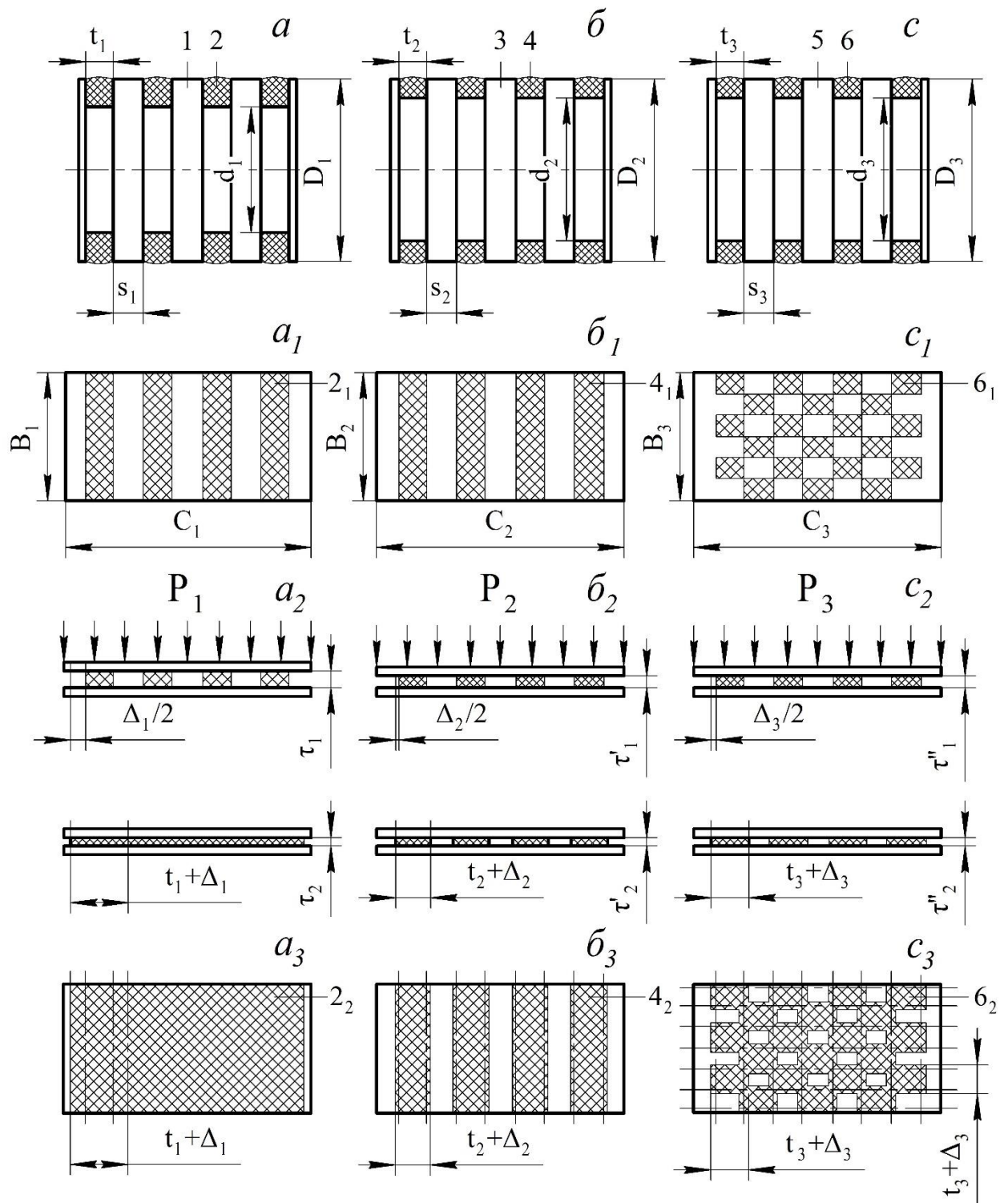


Рис. 5.3.5. Конструктивні особливості клейових валів і схем нанесення клею для виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок, 1, 3, 5 – клейові вали для нанесення суцільних і дискретних шарів клею; 2, 4, 6 – профільні заглибини в клейових валах

Враховуючи виконання попередньої умови, склеюванні поверхні частин напівжорсткої обкладинки при проходженні через стискувальні, з зусиллями \overline{P}_1 , валки каландру, перетворюють поверхню склеювання із дискретної у суцільну, із товщиною клейового шару τ_2 ($\tau_2 < \tau_1$) [106].

З врахуванням розтискування клейового шару ($t_1 + \Delta_1$), площа дискретного нанесення клею (2_1), (рис. 5.3.5, a_1) на прямокутну частину клапану обкладинки $B_1 \times C_1$ набула суцільного характеру (2_2), (рис. 5.3.5, a_3) [106].

Клейові апарати нанесення клею дискретними суцільними стрічковими ділянками, які після розтискування механізмом каландру, перетворюються на суцільні клейові зони, в порівнянні із клейовими апаратами щілинного типу і циліндрично-ракельними, потребують постійного регулювання товщини клейового шару [106].

Відмінність таких апаратів від апаратів дискретного нанесення клею полягає в тому, що для виготовлення напівжорстких обкладинок використовується клейовий вал з радіальними коловими пазами, що забезпечують незмінну калібровану кількість клею для нанесення на деталі обкладинки, з врахуванням розтискування, і не потребують налагоджень [106].

Розглянемо інший варіант влаштування клейового апарату з дискретним нанесенням клею для виготовлення напівжорстких обкладинок, представлений на рис. 5.3.5, b [106].

Застосування напівжорстких обкладинок в книжково-журнальній продукції, де скріплення обкладинок із книжковими, або журнальними блоками відбувається незшивним клейовим способом, не вимагає однорідності склеєної композитної структури обкладинки й не потребує склеювання деталей обкладинки суцільним клейовим шаром [106].

З метою мінімізації витратної частини замовлення, на виготовлення такої книжково-журнальної продукції, можливе застосування клейового апарату з економним дискретним стрічковим нанесенням клею на деталі обкладинки, з мінімальним його розтискуванням і збереженням зон вільних від клею [106].

В такому випадку, об'єм клею $V_{\text{кл}}$, що має бути нанесений на фрагмент прямокутної частини клапана напівжорсткої обкладинки, зі сторонами B_2 і C_2 , буде дорівнювати [106]:

$$V_{\text{кл}} = (D_2 - d_2) \cdot t_2 \cdot L \cdot n, \quad (5.3.4)$$

де D_2 – зовнішній діаметр клейового валу і зовнішньої поверхні клею, що знаходиться в радіальних колових пазах;

d_2 – внутрішній діаметр клейових колових пазів;

t_2 – ширина клейового паза;

L – довжина клейової стрічки;

n – кількість клейових стрічок.

Товщина клейового шару τ'_2 , з врахуванням розтискування [98]:

$$\tau'_2 = \frac{V_{\text{кл}}}{t_2 + \Delta_2}, \quad (5.3.5)$$

де Δ_2 – розмірний показник розтискування.

За умов рівності розмірів ширини клейових радіальних колових пазів і ділянок клейового валу вільних від клею ($t_2 = s_2$), площа внутрішньої заклеєної поверхні фрагменту клапана обкладинки, після каландрування (із притискним зусиллям $\overline{P_2}$) і відповідного розтискування клею, збільшиться по ширині клейової стрічки, у порівнянні з початковою, і буде дорівнювати [106]:

$$S = \frac{t_2 + \Delta_2}{t_2} \cdot L \cdot n \cdot 100\%. \quad (5.3.6)$$

Можливий варіант стрічкового нанесення клею, в якому початкова ширина ділянок без клею більша за ширину ділянок з нанесеним клеєм на розмір подальшого розтискування, що дозволяє отримувати рівномірні ділянки після завершення склеювання і каландрування готового виробу [106]. Відповідно

$$s_2 > t_2 = t_2 + \Delta_2. \quad (5.3.7)$$

Можливі і інші варіативні поєднання ширини стрічкових клейових шарів і проміжних ділянок між ними [106].

На рис. 5.3.5,с представлений клейовий вал коміркового типу, що здійснює нанесення клейового шару у шаховому порядку з перемінним чергуванням комірок з клеєм і з'єднувальних ділянок без клею [106].

Напівжорсткі обкладинки виготовлені комірковим способом нанесення клею, з подальшим його незначним розтискуванням, придатні для з'єднання з книжковими блоками через приклеювання до форзаців і не утворюють дефектів, як зовнішньої поверхні обкладинок, так і їх внутрішньої структури [106].

Розглянемо відмінність утвореної поверхні нанесення клею комірковим способом від попередньо перерахованих.

Необхідно відзначити, що стрічкове нанесення клею формує на площині склеєної обкладинки суцільні поздовжні, або поперечні шари клею, відмінні від початкової ширини на величину розтискування Δ [106].

Стрічкові клейові ділянки чергуються зі стрічковими ділянками на яких клей відсутній. В таких випадках заповнення клеєм площини обкладинки коливається в межах прямолінійних зон розтискування [106].

Шахове розташування комірок передбачає розмірне розтискування Δ_3 (із зусиллям стискання \overline{P}_3) клейових клітинок не лише в поздовжньому напрямку, а і в поперечному напрямку, що на відміну від стрічкового нанесення клею, суттєво зменшує поверхню обкладинки, на якій клей відсутній, на величину поперечного розтискування клітинок [106].

Для моделювання розрахунку площі шахового заповнення клеєм площини обкладинки, з врахуванням зон розтискування, введемо необхідні припущення [106].

Довжина фрагменту обкладинки, на який наноситься клей, дорівнює довжині утворювальної клейового валика: $S_{\text{кола}} = L_{\text{обкл}}$. Ширина клейового валу дорівнює ширині фрагменту обкладинки, на якому розташовується довільна кількість клітинок, яка дорівнює цілому числу [106].

Розміри клейових клітинок з розтискуванням і квадратних ділянок, на яких клей відсутній, – тотожні [106].

Отже, для загального випадку, визначаємо кількість клітинок з клеєм і без клею, що можуть розташуватися на площині утворювальної клейового валу [106].

$$n = \frac{\pi D}{2(t + \Delta)}, \quad (5.3.8)$$

де D – діаметр клейового валу;

t – розмір сторони клейової комірки;

Δ – розмір двостороннього розтискування клею.

Загальна площа клейових комірок:

$$S_k = \frac{\pi D}{2(t + \Delta)} \cdot t^2 \cdot m, \quad (5.3.9)$$

де m – кількість цілих рядів клітинок вздовж клейового валу.

Відповідно, загальна площа клейової поверхні, утвореної комірковим нанесенням клею, з врахуванням розтискування, дорівнює [106]:

$$S_{\text{кл}} = \frac{\pi D(t + \Delta)^2}{2(t + \Delta)} \cdot m = \frac{1}{2} \pi D(t + \Delta) \cdot m. \quad (5.3.10)$$

В подальших розрахунках для визначення площі клею, що наноситься комірковим клейовим валом на обкладинку, з параметрами формату видання, застосовуються коефіцієнти переходу, які враховують розміри клейового валу виробничого механізму нанесення клею, а також враховують довжину і ширину клейової ділянки обкладинки [106].

На рис. 5.3.6 зображені конструктивні особливості розташування клейових зон, утворених комірковими клейовими валами, у яких прямокутні комірки розташовані у шаховому порядку, або зі зміщенням одного ряду комірок відносно іншого [106].

Правильне шахове розташування квадратних клейових зон (рис. 5.3.6,а) поділяє конструктивну поверхню приклеєної деталі обкладинки навпіл: 50% площі обкладинки з нанесеним клеєм, 50% - без клею [106].

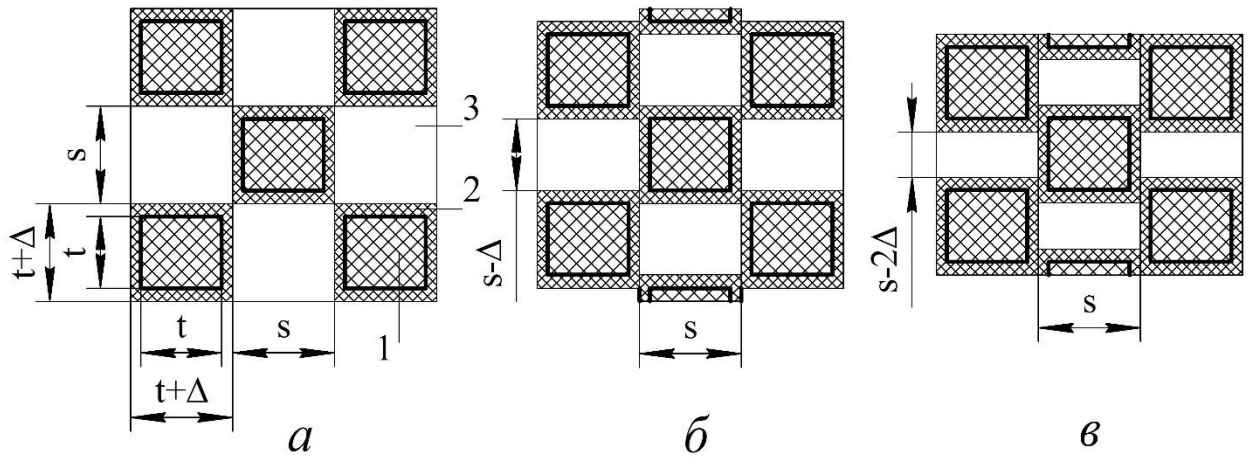


Рис. 5.3.6. Конструктивне розташування квадратних клейових комірок і послідовна зміна площі нанесення клею, *а* – шахове розташування зон нанесення клею з розтискуванням; *б, в* – розташування зон нанесення клею зі зміщенням; 1 – зона комірки; 2 – зона розтискування; 3 – зона вільна від клею.

На рис. 5.3.6,*б* зображені квадратні клейові зони із суміщенням на розмір розтискування клею Δ ($s - \Delta$). Загальна площа клейової поверхні дорівнює [106]:

$$S_{\text{кл(б)}} = \frac{\pi D}{(t + \Delta) + (s - \Delta)} \cdot (t + \Delta) \cdot m = \frac{\pi D}{s + s - \Delta} \cdot s \cdot m = \frac{\pi D}{2s - \Delta} \cdot s \cdot m. \quad (5.3.11)$$

На рис. 5.3.6,*в* зображені квадратні клейові зони із суміщенням на розмір подвійного розтискування клею 2Δ ($s - 2\Delta$).

Загальна площа клейової поверхні дорівнює [106]:

$$S_{\text{кл(в)}} = \frac{\pi D}{(t + \Delta) + (s - 2\Delta)} \cdot (t + \Delta) \cdot m = \frac{\pi D}{s + s - 2\Delta} \cdot s \cdot m = \frac{\pi D}{2(s - \Delta)} \cdot s \cdot m. \quad (5.3.12)$$

Для проведення експериментальних досліджень міцності обкладинок відібрані обкладинки, у яких розгортки для заготовки висічені із тонкого картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм [106]

Приклеювання клапанів напівжорстких обкладинок до основної частини виконано після нанесення клею у способи перелічені в попередньому описі, що внесені до табл. 5.3.1 [106].

Таблиця 5.3.1. Способи нанесення клею на конструктивні деталі напівжорстких обкладинок

№	Кодування	Назва способу склеювання експериментальних зразків	Площа ділянок без клею
1	А	Суцільний	0%
2	Б	Стрічковий з ділянками однакових розмірів, розташованих в поздовжньому напрямку	50%
3	В	Стрічковий з ділянками однакових розмірів, розташованих в поперечному напрямку	50%
4	Г	Шаховий, з однаковими розмірами квадратних ділянок з клеєм і ділянок без клею	50%
5	Д	Шаховий зі зміщенням	40%

Експериментальні дослідження виконувалися на розривній машині РМБ-30 з граничним навантаженням не менше 50 Н (5 кГс), ціною поділки шкали А не більше 0,02 кГс і вантажем, що створює зусилля на розрив близько 0,001 МПа (0,01 кГс/см² [106]

Для випробовування виділені фрагменти склеєних обкладинок, які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,3 мм, довжиною 100 мм і шириною 15 мм, склеєні у вищезазначені способи [106].

Склеювання зразків здійснювались за допомогою сучасних палітурних клеїв: PLAKAL Batch 6602 (Німеччина), термоклей Tecnomelt 3660 (Німеччина), термоклей Swift therm 8026 (Фінляндія), дисперсія полівініл-ацетатна ПВАД 51-П (Україна), дисперсія полі-вініл-ацетатна ПВАД ДФ-51/15В(Україна) [106].

Результати проведених досліджень занесені до табл. 5. 3.2.

На гістограмі зображень на рис. 5.3.7 відтворені порівняльні показники міцності склеєних, у способи вказані в табл. 5.3.1, фрагментів напівжорстких обкладинок [106].

Таблиця 5.3.2. Результати експериментальних досліджень клеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

№ п/п	Спосіб склеювання (кодування із таблиці 1)	Назва клею	Руйнівне зусилля					Середнє всіх зразків, кГс	Міцність під час розтягування, кГс/см
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(А)	PLAKAL Batch 6602	28,7	28,5	28,5	28,3	28,5	28,5	19,0
	__	Термоклей Тесnomelt 3660	29,2	29,3	29,2	29,3	29,5	29,3	19,53
	__	Термоклей Smift therm 8028	29,1	29,2	29,6	28,8	28,8	29,1	19,4
	__	ПВАД ДФ 51/15В	30,5	30,5	30,5	30,6	30,4	30,2	20,13
	»	ПВАД 51-П	30,0	30,2	30,0	30,4	30,4	30,2	20,13
2	(Б)	PLAKAL Batch 6602	17,9	17,8	17,9	17,7	17,9	17,84	11,89
	__	Термоклей Тесnomelt 3660	19,2	19,4	19,3	19,2	19,0	19,22	12,81
	__	Термоклей Smift therm 8028	19,0	19,2	19,2	19,0	19,1	20,1	13,40
	__	ПВАД ДФ 51/15В	21,7	21,8	21,8	21,7	21,6	21,72	14,48
	»	ПВАД 51-П	21,3	21,3	21,4	21,3	21,3	21,32	14,21
3	(В)	PLAKAL Batch 6602	16,9	17,0	16,9	17,1	17,2	17,02	11,34
	__	Термоклей Тесnomelt 3660	17,8	18,0	17,9	18,1	18,2	18,0	12,00
	__	Термоклей Smift therm 8028	17,7	17,7	17,8	17,8	17,9	17,78	11,85
	__	ПВАД ДФ 51/15В	19,2	19,2	19,3	19,2	19,3	19,24	12,82
	»	ПВАД 51-П	19,0	18,9	18,9	18,8	19,0	18,92	12,61
4	(Г)	PLAKAL Batch 6602	18,9	18,8	18,9	18,7	18,8	18,82	12,54
	__	Термоклей Тесnomelt 3660	19,8	19,8	19,9	19,9	19,9	19,84	13,22
	__	Термоклей Smift therm 8028	19,6	19,6	19,7	19,8	19,7	19,68	13,12
	__	ПВАД ДФ 51/15В	22,7	22,6	22,7	22,8	22,6	22,68	15,12
	»	ПВАД 51-П	23,0	23,1	23,2	23,0	23,3	23,12	15,41
5	(Д)	PLAKAL Batch 6602	26,7	26,5	26,5	26,3	26,5	26,5	17,66
	__	Термоклей Тесnomelt 3660	27,2	27,3	27,2	27,3	27,5	27,3	18,2
	__	Термоклей Smift therm 8028	27,1	27,2	27,6	26,8	26,8	27,1	18,06
	__	ПВАД ДФ 51/15В	28,5	28,5	28,5	28,6	28,4	28,5	19,0
	»	ПВАД 51-П	28,0	28,2	28,0	28,4	28,4	28,2	18,8

Порівняння показників міцності відтворює не стільки відмінність способів склеювання розгорток напівжорстких обкладинок, як залежність показників міцності від площі заповнення поверхонь склеювання і геометричної конфігурації нанесеного клею [106].

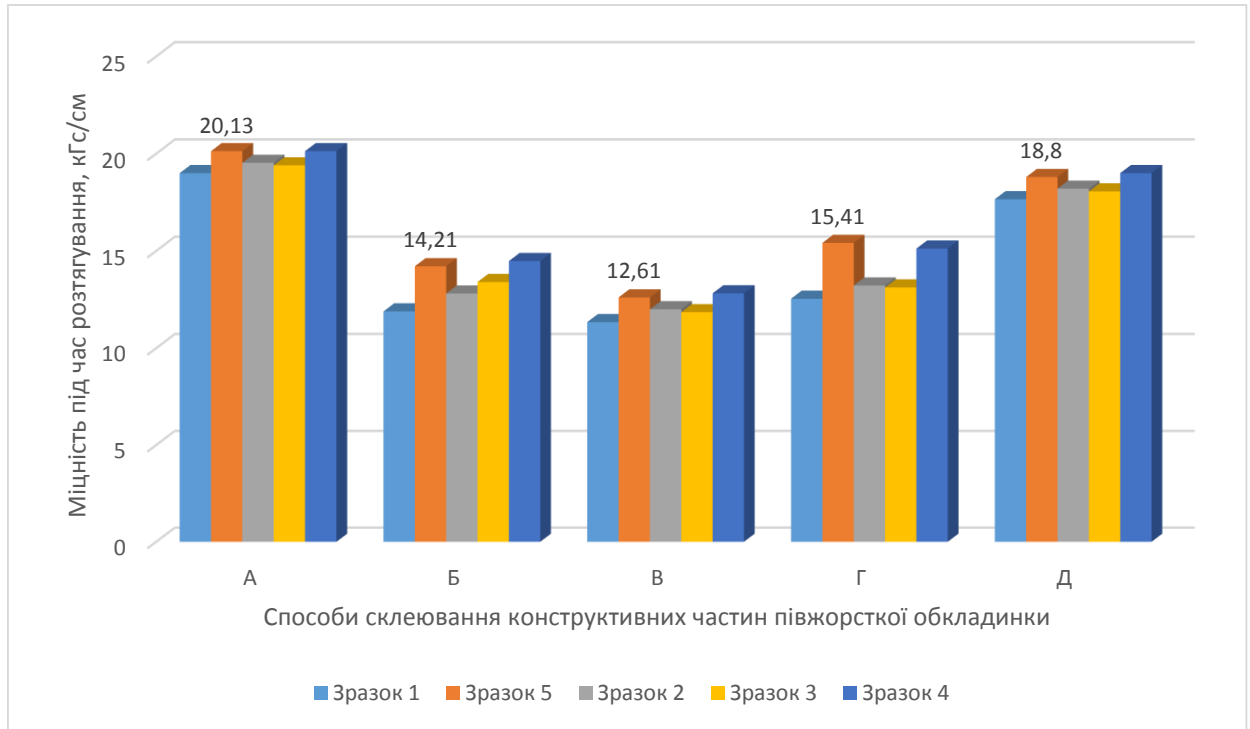


Рис. 5.3.7. Порівняльні показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

Експериментальні дослідження показали незмінність структури склеєних напівжорстких обкладинок, не дивлячись на спосіб склеювання, після їх приклеювання до форзаців книжкових блоків, і відсутність зовнішніх дефектів у вигляді пухирів різних розмірів, або розшарувань самої обкладинки [106].

Отже, застосовуючи різні способи склеювання конструктивних деталей напівжорстких обкладинок, необхідно у кожному технологічному випадку визначати площу заклеювання, відповідні витрати клею для кожного способу й отриману, в результаті склеювання, міцність обкладинок, яка відповідає їх експлуатаційній стійкості [106].

В порівнянні з суцільним заклеюванням (кодування А в табл. 5.3.1) конструктивних поверхонь напівжорстких обкладинок, зменшення показників міцності, відповідно способу нанесення клею складає: Б – 13,9%; В – 15,7%; Г – 13,06%; Д – 10,6% [106].

Найбільш сприятливим для застосування виявився спосіб коміркового шахового нанесення палітурного клею із частковим осьовим зміщенням клейових клітинок. При 40% економії клею міцність склеєної напівжорсткої обкладинки зменшується лише на 10,6% у порівнянні із суцільно клеєною [106].

5.4. Формування методики для складання модифікованих клейових композицій на основі ПВА дисперсій

Завданням дослідження є визначення фізико-хімічних особливостей застосування модифікованих клейових полімерних композицій, на основі полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД), які широко використовуються для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок. Конструктивні додаткові елементи таких обкладинок, у вигляді крайок і клапанів, приклеюються до основної частини обкладинок ПВАД клейовими полімерними композиціями [107]

В процесі модифікування клейових композицій враховані механічні властивості застосовуваних речовин і їх вплив на адгезію утвореної полімерної клейової сполучної та палітурного матеріалу зовнішньої частини обкладинки [107].

Тому для експериментального використання залучені полімерні композиції із високими адгезійними властивостями до крейдованих паперів і тонких палітурних картонів [107].

Для виявлення особливостей, що виникають після застосування модифікованих клейових композицій в порівнянні з такими, що не піддавались модифікації, в [129] досліджена клейова композиція, яка використовується

для склеювання книжкових зошитів з друкарського і офсетного паперу на основі полі вінілового спирту (ПВС). (10%-ний водний розчин) - 45%, в суміші з натрій карбометилцелюлозою (NaКМЦ) (6%-ний водний нейтралізований розчин) - 45% та полівінілацетатною дисперсією (ПВАД), пластифікованою 15% дибутилфталатом - 10% [107].

Відзначено, що недоліком цієї композиції є недостатня міцність склеювання книжкових блоків, виготовлених із паперів підвищеної гладкості (крейдованих). Запропонована в [118] клейова композиція, забезпечує більшу адгезію, достатню когезію, клейну силу та підвищує міцність з'єднань з різних сортів паперу, особливо крейдованих [107].

Композиція містить полі-вініловий спирт (45,5 – 50,5%), полі-вінілацетатну дисперсію (10 – 20%), дибутилфталат (14 – 9%), додатково вводять сополімер стиролу і малеїнового ангідриду (10 -15%) та диметилсульфоксид (10,5 – 15,5%), в результаті чого збільшується міцність клейових з'єднань, підвищується еластичність плівки (питоме зусилля виривання аркуша з блоку – 1,6 кгс/см) [107].

Клейова композиція ПВАД марки ДБ 51/7ВМ, яка широко застосовується в палітурних процесах, містить 0,5% - залишкового мономера, 55% - сухого залишку в пластиковій дисперсії, в'язкість якої 50-70с (по кружці ВМС), показник концентрації водневих іонів рН - 4,5-6,01 [130, 107].

Недоліком цієї композиції є мала липкість, що не дозволяє її використовувати на механізованих операціях. А також нестабільність у часі, через що при розведенні водою і довгому витримуванні руйнується структура дисперсії й відбувається відшарування дисперсного середовища від дисперсної фази.

Крім цього, при понижених температурах плівка втрачає свою еластичність, стає крихкою, пліснявіє, що приводить до передчасного руйнування клейового з'єднання [130, 107].

У клейову композицію [130], яка містить полі-вініл-ацетатну дисперсію (40 – 45%), пластифіковану дибутилфталатом (15 – 20%), введений, при

постійному перемішуванні магнітною мішалкою, розчин пари амінобензосульфацетоаміду натрію (10,5 – 15,5) і омагніченої води (34,5 – 19,5%). Запропоноване технологічне модифікування, клейової композиції забезпечує підвищення липкості й міцності скріплення, збільшує зусилля розриву склеєних виробів, зменшує час старіння й плісняви дисперсії, шляхом введення антисептика і омагніченої води [107].

Для модифікування іншої клейової композиції [120] яка може бути використана, як в брошурувально-палітурних процесах, так і для склеювання білових виробів, з метою підвищення еластичності, в структуру, що містить пластифіковану дибулфталатом (10 – 15%), полі-вініл-ацетатну дисперсію (50,5 – 54%), воду, вводять розчин сополімеру стиролу і малеїнового ангідриду (5 – 9,5%) в диметилсульфоксид (5,5 – 10) [107].

Схожим технічним рішенням є модифікування клейової композиції [132] використовуваної для склеювання паперу, картону та виробів з них, приклеювання етикеток на різні поверхні і яка має у своєму складі полі-вініловий спирт, диметилсульфоксид і воду у наступному співвідношенні компонентів, мас: полі вініловий спирт 14,7-21,1%; диметилсульфоксид 5,3-14,5%; вода 64,4-80,0% [107].

Зазначена композиція не розшаровується, має високу адгезійну міцність клейового з'єднання, що дозволяє надійно склеювати папір з папером або папір з картоном. Однак через 10 діб композиція стає густішою, внаслідок чого спостерігається зниження її липкості, а також утворення значної кількості піни, що обмежує використання композиції при механізованих операціях склеювання. Або потребує використання проти пінних засобів введених в клейову композицію [107].

Модифікування такої клейової композиції, а, відповідно, усунення вказаних недоліків, досягається тим, що для її модифікування додатково введено саліцилову кислоту, борну кислоту та гліцерин з наступним співвідношенням компонентів, мас. %: полі вініловий спирт 8-14;

диметилсульфоксид 5-7; саліцилова кислота 0,5-1,5; борна кислота 0,1-0,5; гліцерин 0,5-1,0; вода 76,0-85,9 [107].

Досліджувані в [72] клеї, у більшості випадків, використовують для склеювання картонів хром-ерзац, щільних видів крейдованих паперів, кашируванні. Тривале їх використання виявило деякі недоліки, а саме, через декілька годин зберігання в них спостерігається зміна в'язкості. Процес склеювання вимагає застосування додаткових технологічних операцій (сушка) [134] і потребують введення добавок, в тому числі і речовин антимікробної дії [134, 107].

Ці недоліки можливо усунути при використанні клеїв – розплавів, які не містять розчинників, переходять у розплавлений стан при нагріванні й миттєво, при охолодженні (2-30⁰С) виконують склеювання [122]. Однак, для відомих палітурних клеїв – розплавів, таких як Sitomelt 2280, Technomelt Q 3183, Technomelt 3660, Smift therm 8028, характерним є високий інтервал температур розм'якшення (130-200⁰С), недостатня адгезія та висока вартість [107].

Модифікування клеїв - розплавів на основі термопластичних полімерів, здійснюють використанням для полімерної адгезивної основи високомолекулярної сполуки – рециклату, отриманого при алкоголізі відходів поліетилентерефталату (ПЕТФ), під дією гліцеролізуючої суміші, при наступному співвідношенні компонентів, м.ч.: відходи ПЕТФ 100% гліцеризуюча суміш 30-100% [107].

Гліцеризуюча суміш, використана для модифікування, є продуктом взаємодії рослинної олії й гліцерину у присутності каталізатору (оксиди, ацетати, хлориди металів з перехідною валентністю, арилсульфокислоти) при співвідношенні, мас. ч.: рослинна олія 100%, гліцерин 4-70%, каталізатор 0,01-0,5%. Перевага запропонованого складу клею – розплаву полягає в отриманні продукту з високими адгезивними властивостями та еластичністю клейового шару [107].

Клейова композиція на водній основі [135], що склеює папір і картон, дозволяє наклеювати етикетки на різні поверхні, і, яка складається, м. ч.: з полі вінілового спирту – 10%, води – 90%, тобто, являє собою 10 % розчин полі вінілового спирту у воді [107].

Процес створення такої клейової композиції полягає у змішуванні компонентів при 90-95°C протягом 6-12 годин до повної гомогенізації розчину. Однак їй властиві наступні недоліки: – знижена адгезія, яка обумовлена низькою концентрацією полі вінілового спирту у розчині, через обмежену кількість полярних функціональних груп в складі клею, а також схильність клею до структурування у часі, що скорочує термін його придатності [107].

Підвищення адгезії клейової композиції, а також подовження терміну її придатності досягається тим [135], що клейова композиція, яка включає полі вініловий спирт і воду, додатково містить полі акрилову кислоту при наступному співвідношенні інгредієнтів мас. Полі вініловий спирт 9-15%, полі акрилова кислота 25-55%, вода 36-60% [99].

Наявність в складі клейової композиції полі акрилової кислоти викликає блокування гідроксильних функціональних груп полі вінілового спирту, і як наслідок, унеможлиблює структурування клейової композиції у часі, що сприяє подовженню терміну придатності клею. Крім цього підвищений вміст у складі клею полярних функціональних груп (-ОН; =C=O) та ін., значно підвищує адгезію клейової композиції до різних поверхонь [135, 107].

Метою експериментального дослідження є визначення можливостей підвищення експлуатаційної жорсткості і міцності напівжорстких книжкових обкладинок після склеювання палітурними клеями, модифікованими допоміжними речовинами, що суттєво не збільшують товщину клейового шару і не змінюють контурну геометрію виготовлених обкладинок [107].

Досліджено вплив деяких модифікованих клейових полімерних композицій на основі полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В,

стосовно клейових композицій без модифікувальних речовин, на зміну показників міцності і твердості напівжорстких обкладинок [107].

Характерною особливістю технології виготовлення напівжорстких обкладинок є висікання розгортки заготовок з одного листа палітурного матеріалу [107].

Висікання відбувається з одночасним біганням ліній згину клапанів, які, після приклеювання до внутрішньої сторони обкладинки, утворюють подвійну проклеєну товщину, без напусків у місцях стиків, а по зовнішній частині створюють ребра жорсткості, що підсилюють загальну конструкцію обкладинки [107].

Склеєну тришарову структуру напівжорсткої обкладинки (рис. 5. 2. 1) припустимо розглянути, як анізотропну композитну структуру, в якій зовнішню – лицьову, і зворотну, для приклеювання форзаців частини, утворює палітурний матеріал, картон хром-ерзац, крейдований папір, тощо, із якого висічена розгортка заготовки [107].

А внутрішню частину заповнює клейова полімерна композиція, товщина і фізико-хімічні властивості якої, разом із палітурним матеріалом, створюють обкладинку, з показниками міцності й твердості, суттєво наближеними до таких показників в палітурках [107].

Зміна товщини клейового шару (рис. 5.2.1), в неоднорідній анізотропній структурі напівжорсткої обкладинки, значною мірою впливає на зміну показників міцності, як в більшу, так і в меншу сторону [107].

В процесі дії експлуатаційних навантажень, через тривалі розкривання книжкових блоків і вигинання площини обкладинок у зворотних напрямках, в моменти набуття розкритими блоками природних кутів або кутів комфортного читання у 170° - 180° , поступово зношуються та руйнуються матеріали композитної обкладинки, істотно змінюється її міцність і експлуатаційна стійкість [107].

Відповідно, під дією руйнівних навантажень, визначення міри пошкодження напівжорстких обкладинок, в процесі експлуатаційного

дослідження, впливає з відношення числа навантажень, прикладених до обкладинки, до її довговічності [107].

Яка являє собою число таких же навантажень, які обкладинка витримує до руйнування, при заданій величині знакозмінних перегинів її геометричної площини, у вигляді циклічної напруги, яка визначається за формулою Пальмгрена – Майнера [146, 107]

$$D = \frac{n}{N(\sigma)} \quad (5.4.1)$$

де n і $N(\sigma)$ – прикладене число експлуатаційних навантажень користування і його граничне значення, яке витримує обкладинка при даній циклічній напрузі σ .

Для загального випадку, вплив руйнівних навантажень на цілісність напівжорсткої обкладинки, в процесі експлуатаційного користування, можливо сформулювати так, що руйнування обкладинки настає тоді, коли сума пошкоджень від різних по величині амплітуд експлуатаційних напружень користування дорівнює одиниці, що як рівняння має вигляд [158, 99]

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N(\sigma)_i} = 1 \quad (5.4.2)$$

де i і n - номер і загальна кількість значень амплітуд напружень.

Метою випробувань міцності і експлуатаційної стійкості напівжорстких обкладинок є не тільки визначення міцності композитного клейового з'єднання – палітурний матеріал+клей, а й оцінка характеру їх руйнування. Який може бути, як адгезійним, при якому руйнування відбувається на межі поділу клей – поверхня палітурного матеріалу, що проклеюється, когезійним, тобто безпосередньо по клейовому шару, і змішаним [107].

Для виготовлення напівжорстких обкладинок використовується лише частина, хоча і суттєва, палітурних матеріалів таких, як тонкі картони, картони хром-ерзац, щільні види крейдованих паперів (250-350 г/м²) та ін., які

забезпечують цілісність просторової геометрії виготовлених обкладинок, без розтріскувань на місцях згинів [107].

Тому, для підвищення показників міцності й твердості напівжорстких обкладинок, напрямом збільшення товщини палітурних матеріалів є обмеження і мало перспективним для експериментальних досліджень [99].

Водночас, технології модифікування клейових полімерних композицій, якими склеюють просторові конструкції напівжорстких обкладинок, для покращення фізико-механічних характеристик їх структурного композитного з'єднання, є відносно простими в застосуванні й не призводять до будь-яких пошкоджень палітурних матеріалів зовнішньої частини обкладинок [107].

Однак, в процесі модифікування клейових композицій, необхідно враховувати те, що механічні властивості композиційних матеріалів суттєво залежать від адгезійної міцності між палітурним матеріалом зовнішньої частини обкладинки і полімерною клейовою сполучною [107].

Тому для використання можуть бути залучені полімерні композиції із високими адгезійними властивостями до крейдованих паперів і тонких палітурних картонів [107].

Необхідно також відзначити, що нанесення модифікованих клейових композицій на внутрішню частину розгортки заготовок обкладинок, загинання клапанів та швидкісне обертове пресування, здійснюється на таких же фальцювальних-склеювальних лініях, що використовуються для виготовлення напівжорстких обкладинок, із застосуванням серійних палітурних, не модифікованих клеїв [107].

Для виготовлення експериментальних напівжорстких обкладинок використаний, як основний палітурний матеріал зовнішньої частини обкладинки, картон хром-ерзац товщиною 0,6 мм [86, 107].

Своєю чергою, полімерна клейова сполука внутрішньої частини обкладинки складається: з полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В, як основної складової, широко застосовуваної в палітурних процесах, та суміші модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, введених в

структуру ПВАД в різних вагових пропорціях, визначених умовами експериментальних досліджень [107].

Під час планування експериментального дослідження у складанні й випробуванні модифікованих полімерних клейових композицій, використаних для склеювання конструктивних деталей напівжорстких обкладинок, враховано, що плівки, отримані з полі-вініл-ацетатного латексу, мають поліпшену гнучкість, пружність, високу адгезію і водостійкість в тому випадку, коли до них додані водорозчинні модифікатори [107].

Тому, для експериментального складання суміші, за вищезначених обставин, запропоновано модифіковані полімерні згущувачі й емульгатори, у вигляді полімерних матеріалів і композицій, сумісних з полі-вініл-ацетатними латексами, і, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної й поліграфічної галузей [107].

Перелік основи й модифікаторів для проведення експериментальних досліджень рецептурного складання полімерних сумішей [99, 186]:

M1(N1) – дисперсія ПВАД ДФ 51/15В (основа для модифікування) – полі-вініл-ацетатний латекс, колоїдний розчин високомолекулярного полімеру в воді. Характеризується високою адгезією до різних поверхонь паперу, картону, штучних палітурних матеріалів, стійкий до впливу зовнішніх факторів [107, 202].

M2(N2) – крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$ (модифікатор) – суміш полісахаридів амілози й амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Найбільше застосовується в целюлозно-паперовій промисловості [107, 202].

M3(N3) – карбоксиметилцелюлоза (КМЦ, целюлозогліколева кислота, $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$, де $x = 0,08-1,5$) (модифікатор) – похідна целюлози, в якій карбоксилметильна група $(-CH_2-COOH)$ з'єднується гідроксильними групами глюкозних мономерів [107, 202].

Застосовується у виробництві клеїв для збільшення в'язкості, наприклад, клею бустилат, клеїв для шпалер, та інших. Використовується в якості

сполучної речовини, пластифікатора, а також затримувача часу схоплювання в якості допоміжного агента для порошкових фарб [107, 202].

M4(N4) – порошкова целюлоза (модифікатор) – являє собою дрібнодисперсний продукт деструкції целюлози й складається з частинок, які є агрегатами мікрокристалітів целюлози.

Основними характеристиками порошкових целюлоз, визначальними для їх використання, є морфологія, мікропористість частинок (1-500 мкм), фізична інертність і високорозвинена активна поверхня, обумовлені ступенем полімеризації [107, 202].

Завдяки здатності диспергувати у водному середовищі, мікрокристалічна целюлоза (МКЦ) має високорозвинену гідрофільну поверхню, що володіє високою здатністю утримувати воду, а також проявляє високі сорбційні властивості, які визначаються дисперсністю часток і мікропористістю.

Для проведення експериментальних досліджень використана МКЦ найбільш поширеного розміру часток в 50 мкм [107, 202].

M5(N5) – каолін – $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$, або $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (модифікатор) – головна складова частина глини. Має низьку пластичність. Чистий каолін застосовують як наповнювач у паперовій промисловості для крейдування особливо високоякісних сортів паперу [107, 202].

Для виготовлення напівжорстких обкладинок із суттєво поліпшеними показниками твердості міцності, внаслідок застосування модифікованої полімерної клейової композиції полі-вініл-ацетатного латексу ПВАД ДФ 51/15В (M1), необхідно забезпечити, експериментально визначений діапазон пропорційності, у застосуванні обраних за технологічними властивостями компонентів [107, 202].

Суміші, виготовлені із крохмалю (M2-N2), порошкової целюлози (M4-N4), карбоксиметилцелюлози (M3-N3) і каоліну (M5), як експериментальних модифікаторів ПВА дисперсії (M1-N1), виявили наступні позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук [107, 202].

В технологічному процесі виготовлення експериментальної клейової полімерної композиції, забезпечується висока рівномірність розподілу обраних модифікаторів-згущувачів М2-Н2 і М3-Н3 для створення практичних умов нанесення клейового шару однорідною каліброваною товщиною, по всій поверхні розгортки заготовки обкладинки [107, 202].

Відповідно, створюються сприятливі умови для блокування часток ПВА дисперсії (М1-Н1) і високого ступеня розподілу різнорідних часток, обраних модифікаторів, в з'єднувальних клейових шарах, нанесених при виготовленні напівжорстких обкладинок.

З підвищенням вмісту модифікаторів М2-Н2 і М3-Н3, до верхньої експериментально визначеної межі, ефект блокування часток ПВА дисперсії (М1-Н1) підсилюється [107, 202].

Експериментальна полімерна клейова композиція, для виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок, являє собою дисперсну систему тонко подрібнених модифікаторів в об'ємному середовищі полі-вініл-ацетатного латексу [107, 202].

Внаслідок зменшення об'єму клейової полімерної системи обкладинки, при набряканні модифікаторів у ПВА розчиннику, внаслідок взаємодії (сольватації) модифікаторів з ПВА розчинником, до завершення процесу полімеризації, забезпечується висока структурна щільність пакування часток мінеральних і органічних модифікаторів [107, 202].

Що призводить до запланованого поліпшення міцності і твердості композитної структури по всій площинній і об'ємній конфігурації напівжорсткої обкладинки [107, 202].

Експериментальні дослідження модифікованих полімерних клейових композицій для виготовлення напівжорстких обкладинок на основі полі-вініл-ацетатної дисперсії виявили зміцнювальні полімерні суміші з різними ваговими діапазонами модифікаторів, що занесені в табл. 5.4.1 і табл. 5.4.2 [107, 202].

Таблиця 5.4.1. Перелік і ваговий діапазон модифікаторів для виготовлення клейових сумішей на основі ПВА дисперсії.

Склад компонентів	Варіанти модифікованих клейових сумішей, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M1	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Композиція 1 (K1=M2+M3) (Загальна кількість)	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55
M2	27,6	28,6	31,8	32,4	37,5	38,8	45,8	46,9	43,5	45,5
M3	7,4	6,4	8,2	7,6	7,5	6,2	4,2	3,1	11,5	9,5
Композиція 2 (K2=M4+M5) (Загальна кількість)	85	85	90	90	120	120	140	140	145	145
M4	8,5	28,3	25	30	39,9	39,9	46,7	48,3	32,1	14,5
M5	76,5	56,7	65	60	80,1	80,1	93,3	96,7	112,9	130,5
H ₂ O	280	280	290	290	320	320	340	340	360	360
Температура (K1+K2+H ₂ O), °C	35	35	45	45	55	55	65	65	70	70
Температура каландрувальних валків, °C	120	120	125	125	135	135	160	160	165	165

Модифіковані клейові полімерні композиції, отримані в результаті експериментальних досліджень, в загальному рецептурному вигляді (табл. 5.4.1) можуть бути представлені, як [107, 202]:

$$K_{\Sigma 1} = M1(95) + M2(27,6) + M3(7,4) + M4(8,5) + M5(76,5) + H_2O(280),$$

$$K_{\Sigma 2} = M1(95) + M2(28,6) + M3(6,4) + M4(28,3) + M5(56,7) + H_2O(280),$$

$$K_{\Sigma 3} = M1(95) + M2(31,8) + M3(8,2) + M4(25,0) + M5(65,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 4} = M1(95) + M2(32,4) + M3(7,6) + M4(30,0) + M5(60,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 5} = M1(95) + M2(37,5) + M3(7,5) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320)$$

$$K_{\Sigma 6} = M1(95) + M2(38,8) + M3(6,2) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320),$$

$$K_{\Sigma 7} = M1(95) + M2(45,8) + M3(4,2) + M4(46,7) + M5(93,3) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 8} = M1(95) + M2(46,9) + M3(3,1) + M4(43,3) + M5(96,7) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 9} = M1(95) + M2(43,5) + M3(11,5) + M4(32,1) + M5(112,9) + H_2O(360),$$

$$K_{\Sigma 10} = M1(95) + M2(45,5) + M3(9,5) + M4(14,5) + M5(130,5) + H_2O(360),$$

де $K_{\Sigma 1} \dots K_{\Sigma 10}$ - варіанти клейових модифікованих полімерних композицій.

Табл. 5.4.2. Ваговий діапазон модифікаторів для виготовлення полімерних клейових композицій на основі дисперсії PVAD DF 51/15B

Компоненти Варіанти	Модифіковані полімерні клейові композиції, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N1	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Полімерна композиція А (PK-A) (PK-A=N2+N3) (Загальна кількість)	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55
N2	27,6	28,6	31,8	32,4	37,5	38,8	45,8	46,9	43,5	45,5
N3	7,4	6,4	8,2	7,6	7,5	6,2	4,2	3,1	11,5	9,5
Полімерна композиція В (PK-B=N4+N5) (Загальна кількість)	35	35	40	40	80	80	100	100	110	110
N4	3,5	11,6	4,0	13,3	8,0	26,6	10,0	33,3	11,0	36,6
N5	31,5	23,4	36,0	26,7	72,0	53,4	90,0	66,7	99,0	73,4
H ₂ O	110	100	110	110	220	220	270	270	280	280
Температура, °C (PK-A+PK-B+H ₂ O)	35	35	35	35	45	45	65	65	85	85
Температура валків обертового пресування, °C	80	80	85	85	105	105	130	130	135	135

Модифіковані клейові полімерні композиції, отримані в результаті експериментальних досліджень, в загальному рецептурному випадку (табл. 5. 4. 2) можуть бути представлені, як [107, 202]:

$$\begin{aligned}
 PK_{\Sigma 1} &= N1(90) + N2(27,6) + N3(7,4) + N4(3,5) + N5(31,5) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 2} &= N1(90) + N2(28,6) + N3(6,4) + N4(11,6) + N5(23,4) + H_2O(100), \\
 PK_{\Sigma 3} &= N1(90) + N2(31,8) + N3(8,2) + N4(4,0) + N5(36,0) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 4} &= N1(90) + N2(32,4) + N3(7,6) + N4(13,3) + N5(26,7) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 5} &= N1(90) + N2(37,5) + N3(7,5) + N4(8,0) + N5(72,0) + H_2O(220), \\
 PK_{\Sigma 6} &= N1(90) + N2(38,8) + N3(6,2) + N4(26,6) + N5(53,4) + H_2O(220), \\
 PK_{\Sigma 7} &= N1(90) + N2(45,8) + N3(4,2) + N4(10,0) + N5(90,0) + H_2O(270), \\
 PK_{\Sigma 8} &= N1(90) + N2(46,9) + N3(3,1) + N4(33,30) + N5(66,7) + H_2O(270), \\
 PK_{\Sigma 9} &= N1(90) + N2(43,5) + N3(11,5) + N4(11,0) + N5(99,0) + H_2O(280), \\
 PK_{\Sigma 10} &= N1(90) + N2(45,5) + N3(9,5) + N4(36,6) + N5(73,4) + H_2O(280),
 \end{aligned}$$

де $PK_{\Sigma 1} \dots PK_{\Sigma 10}$ — виокремлені, із експериментального масиву, модифіковані полімерні клейові композиції, на основі дисперсії PVAD DF 51/15B (N1, табл. 5. 4. 2).

Якими склеєні фрагменти напівжорстких обкладинок, що відповідають показникам міцності, вищими за показники міцності склеєних PVA дисперсією без модифікування [107, 202].

На рис. 5.4.1- 5.4.4 представлені графічні залежності вагових складових речовин, використаних для модифікування клейових полімерних композицій, на основі ПВА дисперсії, з метою збільшення міцності твердості композитної структури напівжорстких обкладинок [107, 202].

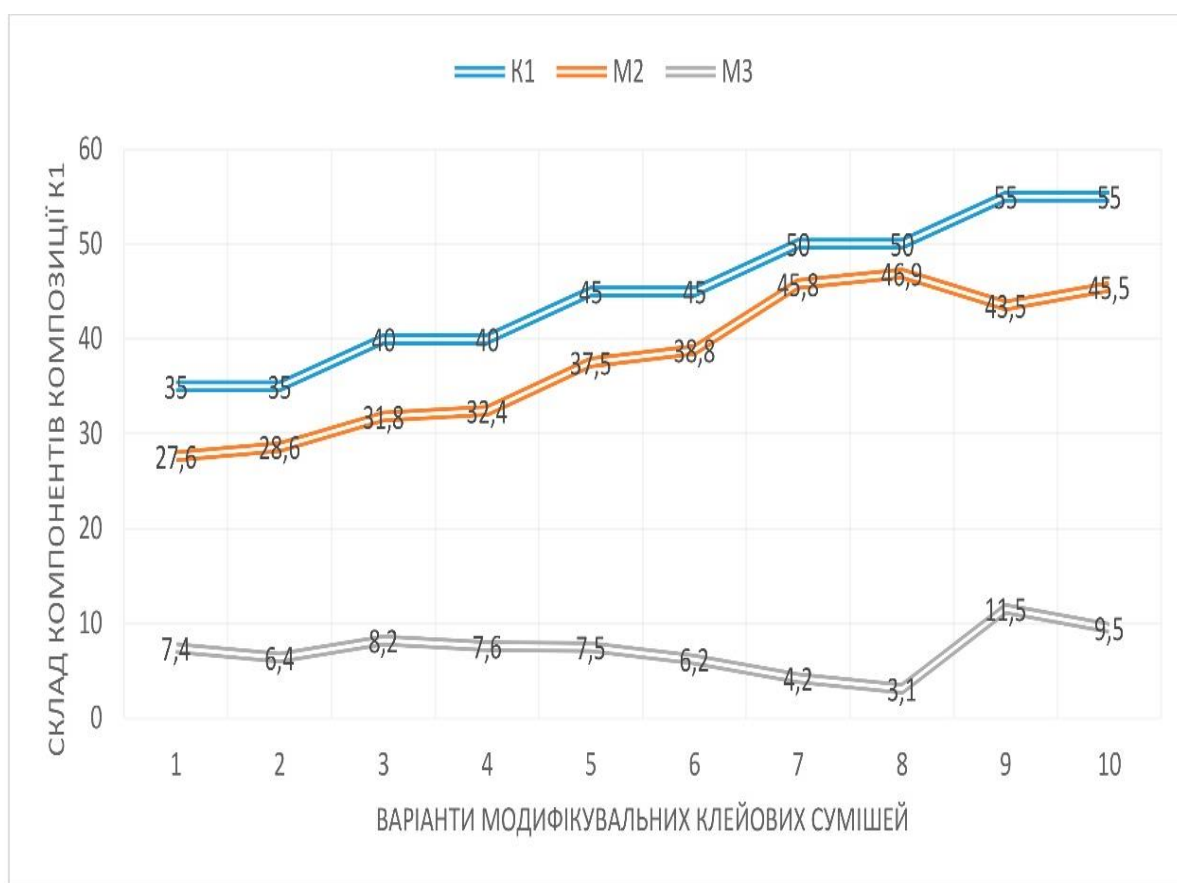


Рис. 5.4.1. Зміна кількісного складу компонентів M2 і M3 в композиції K1

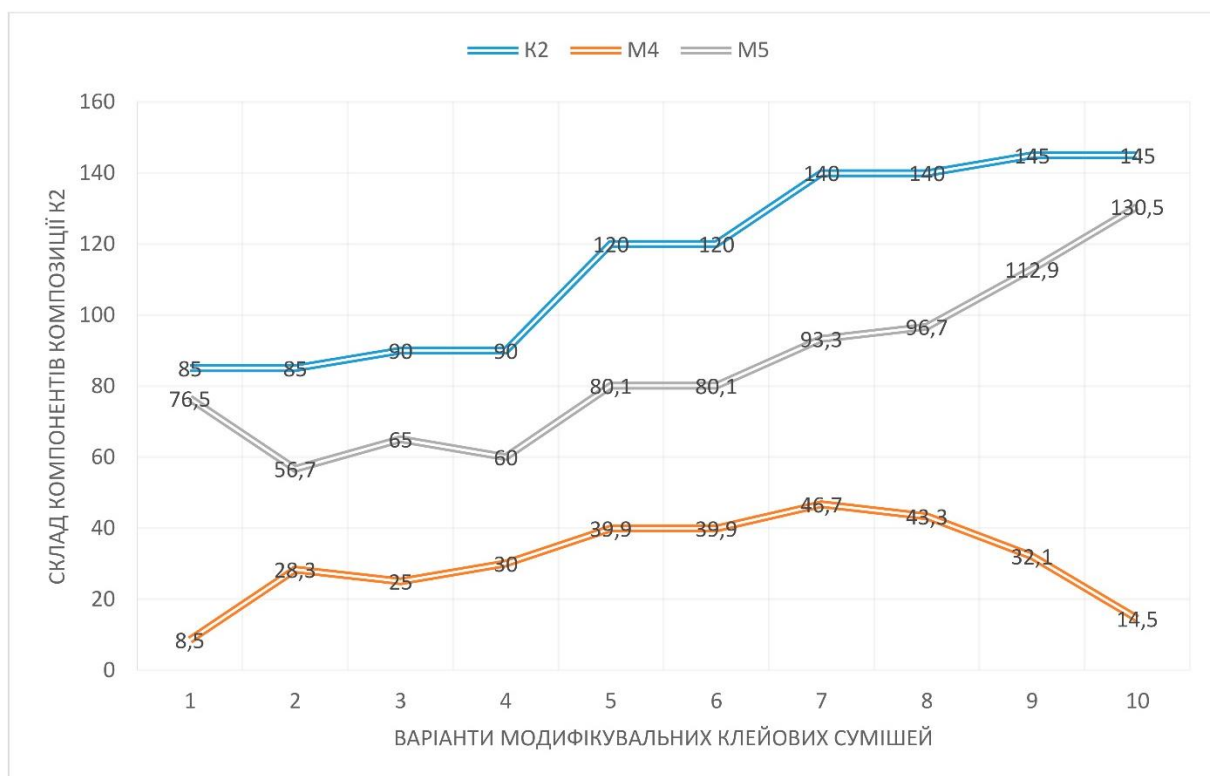


Рис. 5.4.2. Зміна кількісного складу компонентів M4 і M5 в клейовій композиції K2

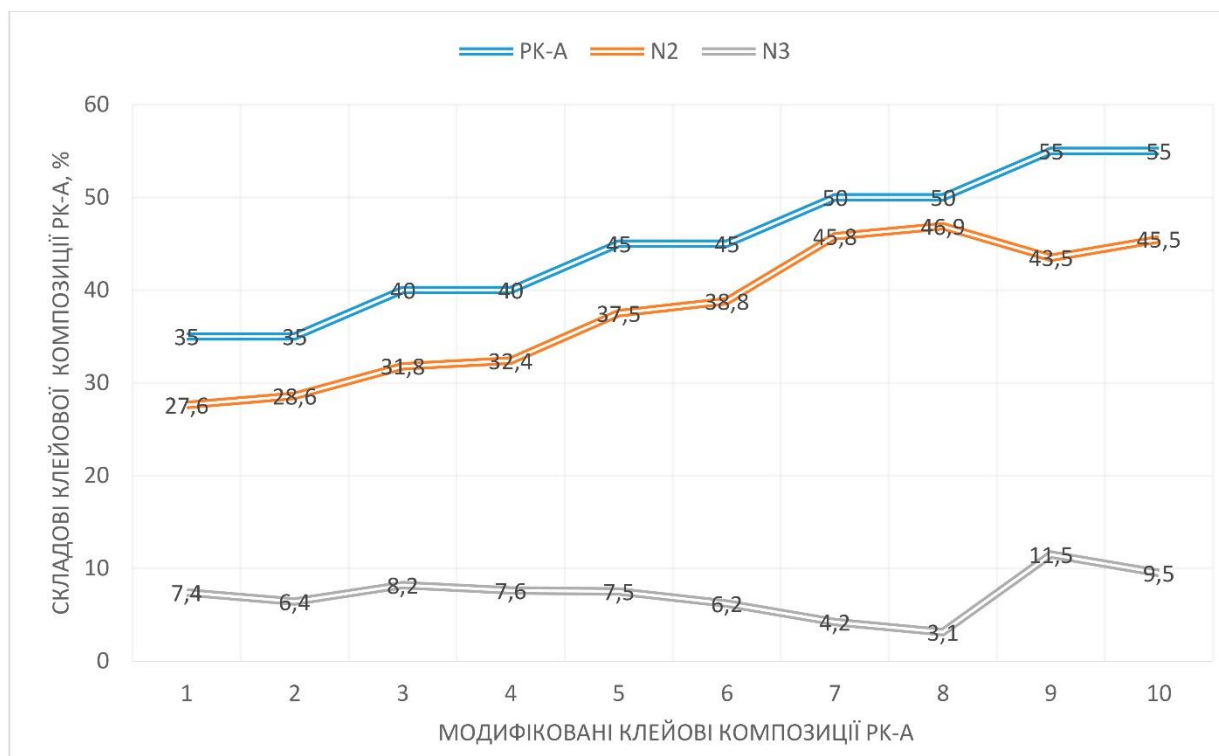


Рис. 5.4.3. Вагові компоненти N2 і N3 в клейовій композиції PK-A

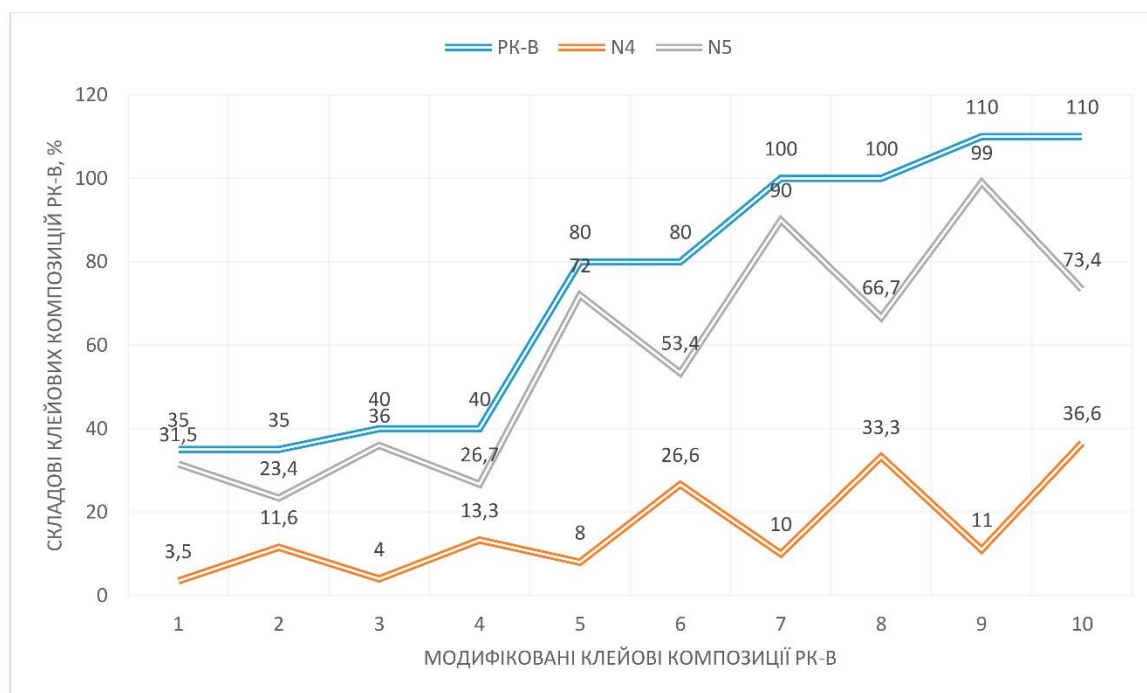


Рис. 5.4.4. Вагові компоненти N4 і N5 в клейовій композиції РК-В

5.5. Порівняльні дослідження змін показників міцності обкладинок клеєних модифікованими клейовими композиціями

Вплив представлених клейових композитних сумішей на міцність напівжорстких обкладинок досліджено на розривній машині Instron 5982, з граничним зусиллям навантаження у 100 кН [107, 202].

Сконфігурована система розривної машини відповідає вимогам випробувань за стандартами ASTM, ISO, DIN, TAPPI, GB, JIS, ANSI та ін.

Для випробовування виділені фрагменти клеєних обкладинок, які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,3 мм, довжиною 100 мм і шириною 15 мм [107, 202].

Склеювання зразків здійснювались за двома напрямками: за допомогою сучасного палітурного клею полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ-51/15В, без модифікування, а також за допомогою модифікованих клейових полімерних композицій, на основі зазначеної ПВА дисперсії. Результати проведених досліджень занесені до табл. 5.5.1 і табл. 5.5.2 Нумерація варіантів

модифікованих клейових сумішей в табл. 5.4.1 і табл. 5.4.2 відповідає нумерації із табл. 5.5.1 і табл. 5.5.2 [107, 202].

Таблиця 5.5.1. Результати експериментальних досліджень склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

Клейові полімерні композиції	ПВАД ДФ 51/15В	Варіанти модифікованої ПВАД ДФ 51/15В									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Міцність під час розтягування, кГс/см	20,13	21,37	21,20	21,29	21,44	21,78	21,68	22,02	22,12	22,28	22,32

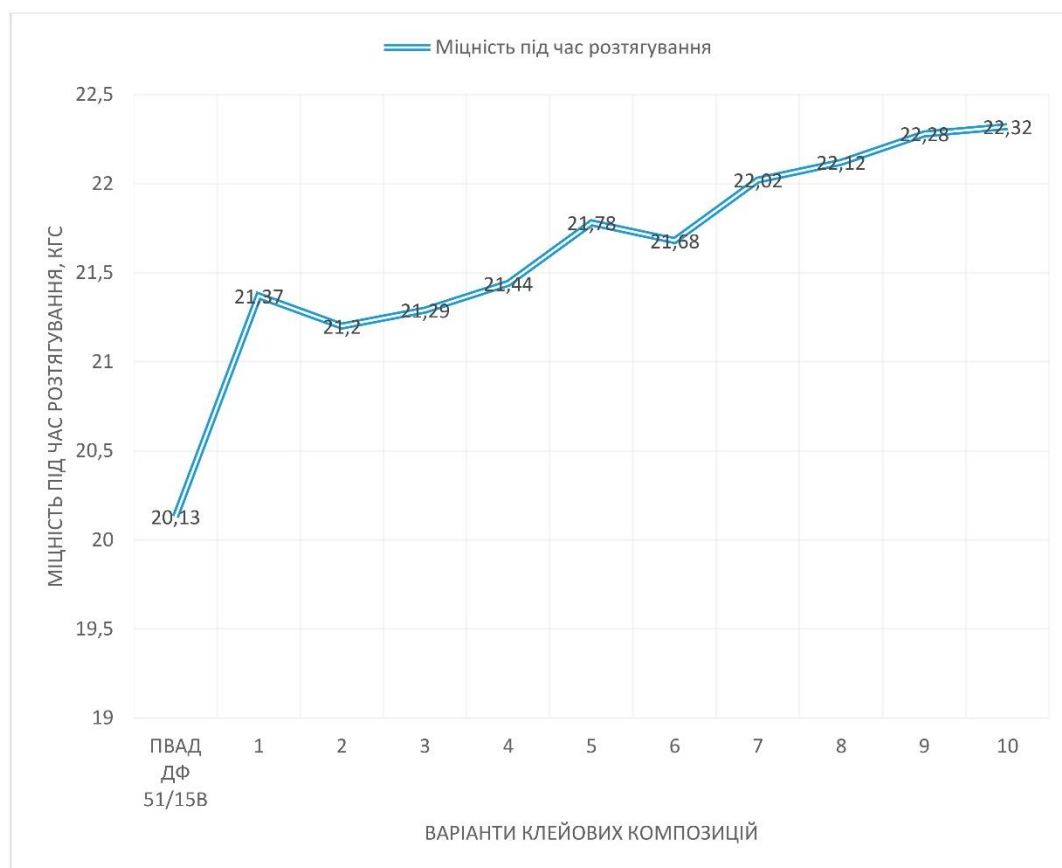


Рис. 5.5.1. Графік зміни міцності під час розтягування склеєних модифікованими клейовими композиціями зразків напівжорстких обкладинок (табл. 3).

Таблиця 5.5.2. Показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

Клейові полімерні композиції	PVAD DF 51/15B	Модифікована PVAD DF 51/15B – варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Міцність під час розтягування, кгс/см	20,13	21,34	21,09	21,24	21,43	21,86	21,62	22,10	22,32	22,40	22,59

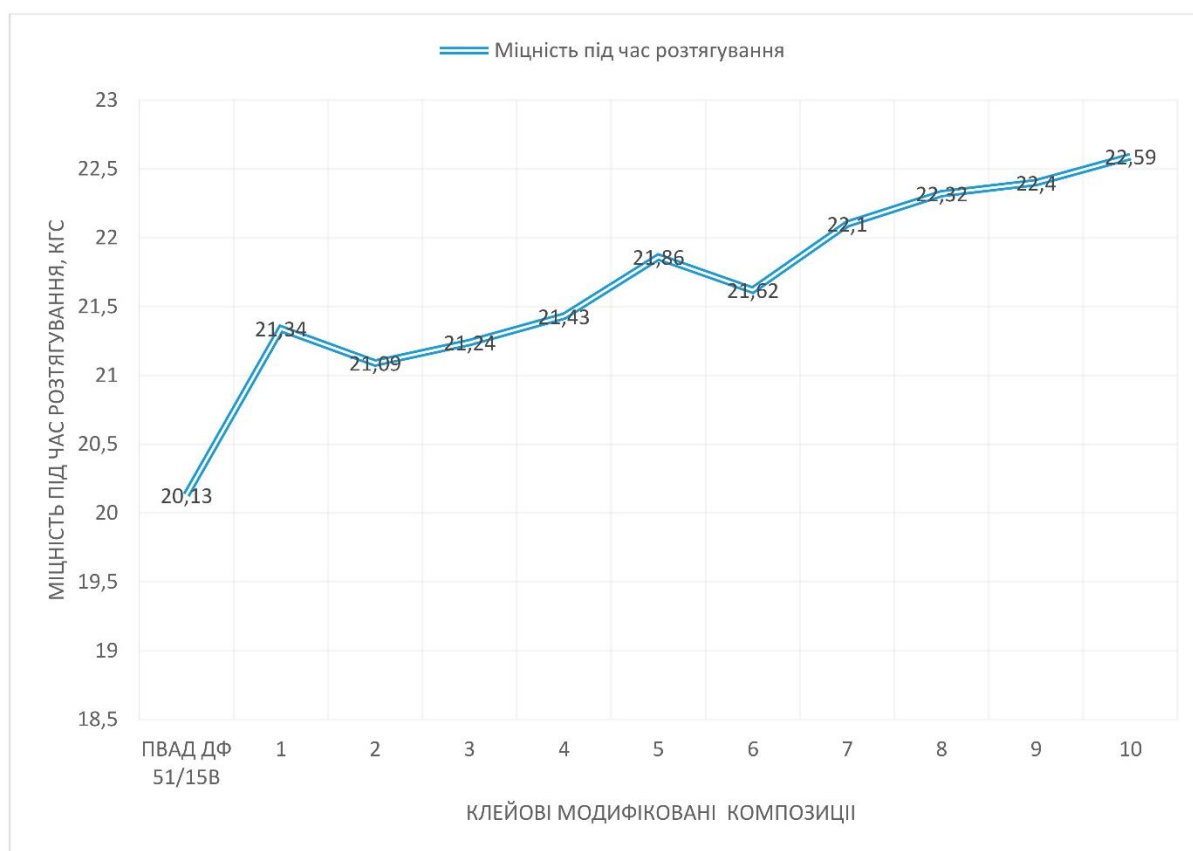


Рис. 5.5.2. Показники зміни міцності склеєних модифікованими клеями фрагментів напівжорстких обкладинок (табл. 4).

На графіку, зображеному на рис. 5.5.1, відтворені порівняльні показники міцності склеєних експериментальних фрагментів напівжорстких обкладинок, за допомогою ПВАД ДФ-51/15В без модифікування, а також за допомогою

модифікованої ПВАД ДФ-51/15В полімерними згущувачами і емульгаторами [107, 202].

Порівняльний аналіз показників міцності при розтягуванні, демонструє зростання міцності, склеєних модифікованими клеями фрагментів, від 5,3%, в позиції 2 (табл. 5.5.1), до 10,9%, в позиції 10 (табл. 5.5.1), на відміну від показників склеєних фрагментів ПВАД ДФ-51/15В без модифікування [107, 202].

Порівняльний аналіз показників міцності при розтягуванні, демонструє зростання міцності, склеєних модифікованими клеями фрагментів, від 4,8%, в позиції 2 (табл. 5.5.2), до 12,2%, в позиції 10 (табл. 5.5.2), на відміну від показників склеєних фрагментів дисперсією PVAD DF 51/15B (N1, табл. 5.5.1) без модифікування [107, 202].

Зростання показників, згідно з графіком, здійснюється не в пропорційній послідовності, а в дискретній, з окремими ділянками зростання і падіння, що потребує подальших досліджень структурних особливостей напівжорстких обкладинок, деталі яких склеєні модифікованими клейовими полімерними композиціями [107, 202].

Найбільш сприятливими для застосування виявилися модифіковані клейові полімерні композиції на основі ПВАД ДФ-51/15В, позначені в табл. 5.5.1 і табл. 5.5.2 позиціями 7, 8, 9, 10, з наближеними результатами збільшення міцності обкладинок під час розтягування у 9,4%, 9,9%, 10,7%, 10,9% [107, 202].

Найбільш сприятливими для застосування виявилися модифіковані клейові полімерні композиції на основі PVAD DF 51/15B, позначені в табл. 5.5.1 і табл. 5.5.2 позиціями 7, 8, 9, 10, з суттєвими дотичними результатами збільшення міцності обкладинок, під час розтягування, у 9,8%, 10,9%, 11,3%, 12,2%. Також необхідно відзначити деякі додаткові позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук [107, 202].

Висока пористість і пухкість часток порошкової целюлози (N4, табл. 5.4.1), залученої додатково до використання в суміші мінеральної добавки у

вигляді каоліну (N5, табл. 5.4.2), забезпечує суттєве зниження в клейовій суміші вмісту води, яка перебуває у неприєднаному стані. А це, своєю чергою, сприяє рівномірному і швидкому згущенню полімерної клейової композиції [107, 202].

За рахунок диспергувального компоненту, яким є порошкова целюлоза (N4, табл. 5.4.1), можливо забезпечити стійку гомогенізацію і структурування складових клейової суміші, в об'ємній масі, в результаті чого, створюються умови суцільно-рівномірного нанесення шару клейової композиції, без утворення згустків, невиправдано тонких клейових ділянок і площинних розривів [107, 202] .

Висновки до розділу 5

1. Доведено, що показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок, отримані в результаті досліджень, відтворюють відмінності способів склеювання конструктивних частин розгорток. До яких віднесено склеювання обкладинок суцільним шаром клею, або частково нанесеним, згідно з чергуванням геометричних ділянок (стрічкоподібних, або клітинних) заповнених клеєм і ділянок на яких клей відсутній.

2. Досліджено, що чергування ділянок заповнених клеєм і таких де клей відсутній, формують структури напівжорстких обкладинок, у яких відсутні дефекти, що сприятимуть їх пришвидшеному руйнуванню, не дивлячись на програмовану неоднорідність склеєних просторових конструкцій.

3. Розроблено технологічні розрахунки витрат клейових полімерних композицій, при тиражному виготовленні напівжорстких обкладинок, які враховують геометричні розміри обкладинок, коефіцієнти розтискування шарів клею, нанесених у дискретний спосіб, а також об'єм заглибин (стрічкоподібних, або клітинних) розташованих на поверхні клейових валів ліній для виготовлення книжкових оправ.

4. Виявлено зростання показників міцності напівжорстких обкладинок після використання для їх виготовлення клейових полімерних композицій, вдосконалених через застосування технологій модифікування речовинами сумісними з полі-вініл-ацетатними дисперсіями. Зростання показників міцності клеєних обкладинок формалізовано за умови нанесення початкових і модифікованих клейових композицій шарами однакової товщини.

5. Розроблено параметричну систему вагових рецептурних показників для речовин-модифікаторів, сумісних з полі-вініл-ацетатними дисперсіями, застосування яких дозволяє моделювати конструкції напівжорстких обкладинок з розрахованими показниками міцності.

РОЗДІЛ 6.

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК

Наукові засади створення нової поліграфічної техніки можливо розглядати як процес, що складається із двох взаємодоповнювальних складових. Перша складова несе основоположну ідею і концепцію проєктування, а також виведені із цієї концепції головні визначення, принципи й способи розв'язування відповідних інженерних задач.

Друга складова охоплює робочі методики розв'язання характерних інженерних задач, які враховують особливості технологічних процесів виготовлення поліграфічної продукції, операційний алгоритм, допуски і відхилення, що забезпечують її якість та експлуатаційну стійкість.

Конструкція модульно-секційної фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок, як поліграфічної машини являє собою сукупність конструкцій складальних одиниць і деталей, які знаходяться у функціональному послідовному технологічно визначеному певному взаємозв'язку і забезпечують потрібне функціонування.

6.1. Технологічні особливості конструювання експериментальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок

Важливою задачею приводу модульно-секційної лінії є забезпечення швидкого і, водночас, плавного пуску, а також швидкої зупинки машини. Для тихохідних технологічних машин з електродвигуном – ця задача розв'язується порівняно просто – застосуванням звичайних пускових регулювальних пристроїв і використанням пасових передач та фрикційних муфт, які виключають можливість появи ударів.

Для введення в дію окремих виконавчих механізмів в процесі роботи машини незалежно від інших, то це здійснюється шляхом синхронного вмикання відповідних допоміжних ведучих валів на один робочий цикл. З цією метою часто використовують стоп-пускову муфту.

У випадку розділених на етапи в модульній лінії технологічних процесів, які можуть виконуватися в повному обсязі, або по операційно, чітка синхронізація початку роботи механізмів – відсутня, тому в конструкції кожної технологічної секції з виконавчими механізмами, використані магнітні пускачі, які вмикають потрібні електродвигуни й електромагнітні муфти тощо.

Приводи машин класифікують за певними ознаками, основними з яких є: кількість двигунів і схема з'єднання їх з передачами; тип двигунів; тип передач. За кількістю двигунів в сучасних машинах розрізняють приводи: одно і багато двигунні. Одно двигунний привод поширений в поліграфічних машинах. В цьому випадку кожна технологічна машина має свій індивідуальний двигун з передачею.

Якщо ж в машині є механізми, які приводяться від окремих двигунів, то такий привод називають багато двигунним. На сучасному етапі конструювання поліграфічного обладнання розвиток приводу іде в напрямку створення багато двигунного приводу.

Індивідуальні багато двигунні приводи значно спрощують конструкцію багатьох машин, прискорюють їх пуск і зупинку, полегшують і роблять безпечнішим обслуговування, дозволяють регулювати швидкості роботи з допомогою електродвигуна.

В експериментальній лінії з виготовленню напівжорстких обкладинок, технологічна схема якої зображена на рис. 6.1.1, використані двигуни для здійснення приводу в чотирьох секціях: самонакладу, нанесення клею і фальцювання крайок обкладинок, нанесення клею і фальцювання клапанів, завершального каландрування. Тобто – чотири електродвигуни по 2,4 і 4,5квт.

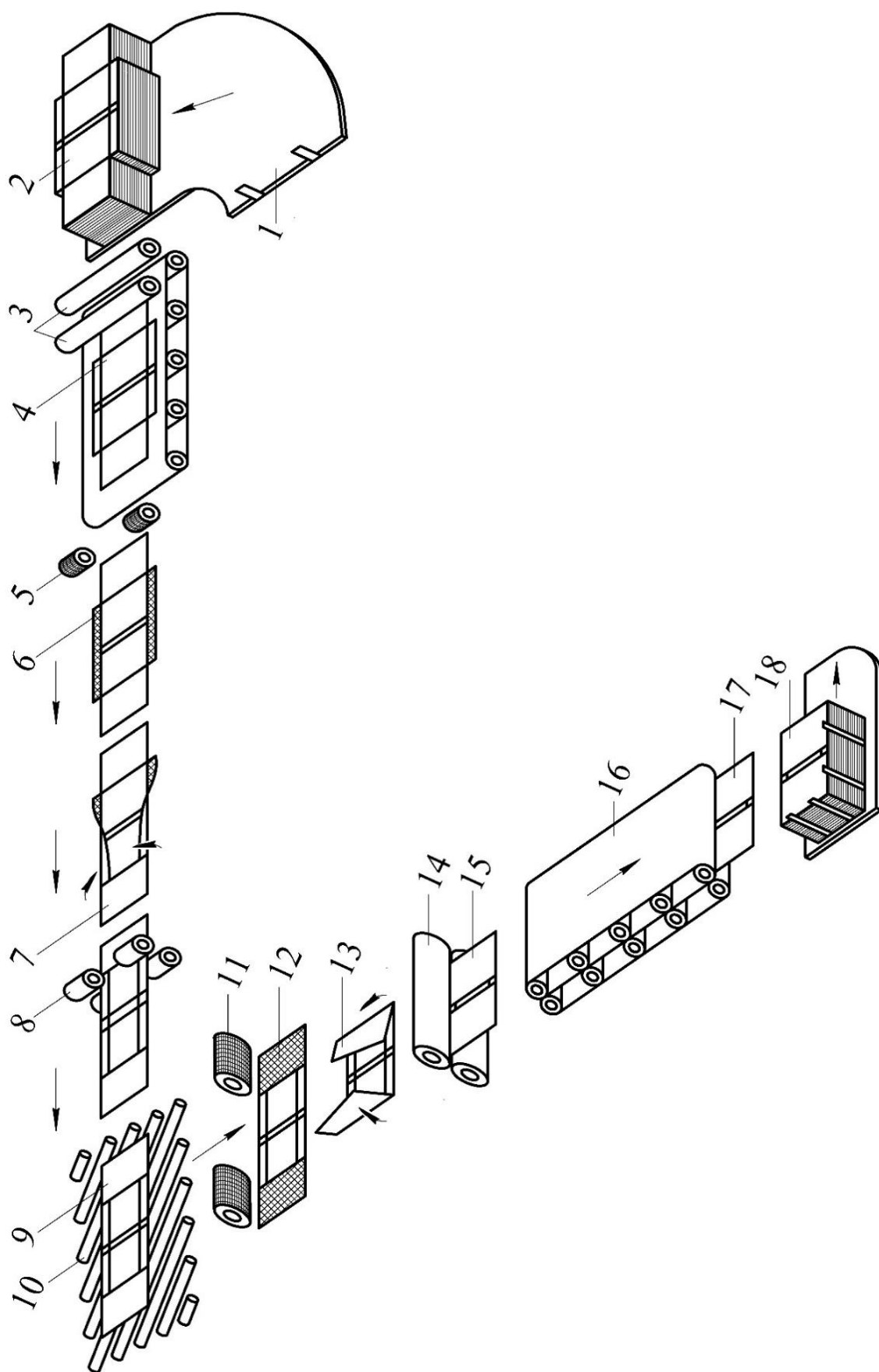


Рис. 6.1.1. Технологічна схема виготовлення напівжорстких обкладинок на експериментальній фальцювально-склеювальній лінії.

До складу лінії (рис. 6.1.1) входять модульні секції виконавчих механізмів, що забезпечують послідовні операції виготовлення напівжорстких обкладинок:

1 – завантажувальний бункер з приверткою розгортки; 2 – розгортки заготовок обкладинок; 3 – лінійний самонаклад розгортки; 4, 6, 7, 9, 13, 15, 17 – позиції контурних перетворень розгортки на стадіях виготовлення обкладинок; 5 – механізм нанесення клею на крайки; 7 – відхильне гвинтове фальцювання крайок; 8 – ролико-валковий механізм обертового пресування крайок; поворотний рольганг; 11 – механізм нанесення клею на клапани; 12 – клейовий шар; 14 – ролико-валковий механізм обертового пресування клапанів; 16 – механізм завершального каландрування й обтискання загальної площини обкладинки; 18 – привертка виготовлених обкладинок.

Лінія для виготовлення інтегральних та напівжорстких книжково-журнальних обкладинок призначена для поопераційного виконання наступних технологічних операцій:

- подачі механізмом самонакладу (3), попередньо висічених і бігованих в місцях згинів, розгортки обкладинок (1, 2), в площинну конфігурацію яких входять крайки, або клапани, що створюють подвійну, в окремих місцях (для інтегральних обкладинок), або подвійну суцільну (для напівжорстких обкладинок) просторову конструкцію без проклеювання, або з проклеюванням деталей розгортки (4);

- гвинтового фальцювання (7) і початкового приклеювання в 1-му фальцювально-склеювальному механізмі крайок або клапанів плоскої розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею (5); крайки, або клапани розташовані вздовж більшої розмірної частини розгортки;

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортними валками (8) приклеєних крайок або клапанів в 1-му фальцювально-склеювальному механізмі, формування початкової прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки;

- зміни напрямку руху на кут 90^0 , за допомогою кутового рольгангу (10), напівфабрикатів обкладинок з приклеєними і обтиснутими крайками (9), або клапанами, в поздовжньому розташуванні їх в розгортці, для подальшого входження в 2-й фальцювальний-склеювальний механізм;

- гвинтового фальцювання (13) і початкового приклеювання у 2-му фальцювальний-склеювальний механізм крайок або клапанів плоскої розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею (11); крайки, або клапани розташовані вздовж меншої розмірної частини розгортки (71);

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортними валками приклеєних крайок або клапанів у 2-му фальцювальний-склеювальний механізм (14); формування завершальної прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки (15);

- завершальне каландрування і обтискання (16) загальної площини обкладинки (17) в термін, що забезпечує повну полімеризацію клейової полімерної композиції, застосованої для склеювання відібраних для виготовлення обкладинок палітурних матеріалів, а також для забезпечення структурної однорідності виготовлених інтегральних, або напівжорстких обкладинок (18).

Лінія для виготовлення інтегральних та напівжорстких книжкових обкладинок дозволяє виготовлювати інтегральні або напівжорсткі обкладинки із хром-ерзаців номенклатурної товщини, тонких видів картону та щільних видів крейдованих паперів.

В процесі проектування лінії, як нового зразки поліграфічного обладнання вирішені наступні головні задачі:

- вибір і обґрунтування кінематичної схеми приводу і виконання кінематичних розрахунків;
- визначення технологічних навантажень;

- визначення обертового моменту на головному (розподільчому) валу машини, що витрачається на подолання сил опору і технологічних навантажень;
- визначення потужності, що передається машиною і вибір двигуна;
- розрахунок деталей передавальних механізмів на міцність і довговічність.

На рис. 6.1.2 представлена структурна побудова експериментальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок з нанесеними габаритними розмірами структурних модулів з виконавчими механізмами: самонаклад розгортки обкладинок, секція нанесення клею і фальцювання поздовжніх клапанів, поворотний рольганг, секція нанесення клею і фальцювання поперечних, каландр і вивідний транспортер.

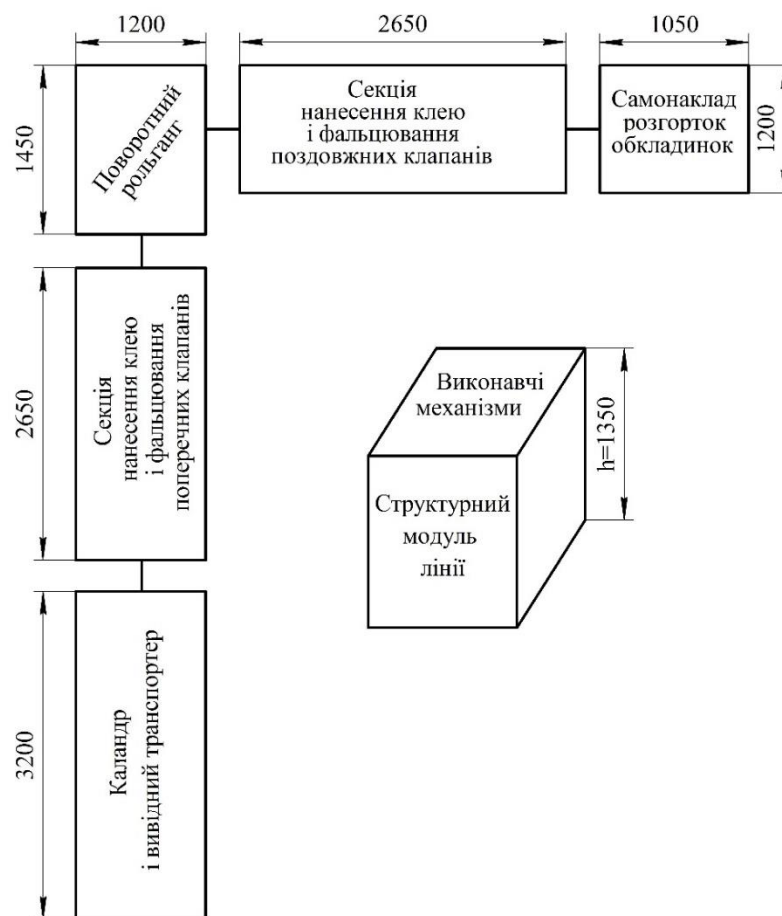


Рис. 6.1.2. Структурна схема секційних модулів експериментально-дослідницької лінії

Технічні характеристики лінії:

Габарити лінії:

- загальна довжина – 12 200 мм;
- самонаклад розгорток обкладинок – 1050 мм;
- секція нанесення клею і фальцювання поздовжніх клапанів – 2650 мм;
- поворотний рольганг – 1450 + 1200 мм;
- секція нанесення клею і фальцювання поперечних клапанів – 2650 мм;
- каландр і вивідний транспортер – 3200 мм;
- загальна ширина – 1200 мм;
- висота – 1350 мм.

Вага лінії – 2000 кг

Потужність - ,

Розміри висічених розгорток для виготовлення обкладинок:

- мінімальні - 155x784 мм;
- максимальні – 250x1144 мм

При проектуванні силової частини фальцювально-склеювальної лінії, врахована спільна робота всіх виконавчих механізмів і приводу. Рівняння кінетичної енергії лінії [97]:

$$A_{\Sigma m} - A_{\Sigma res} = T_{\Sigma end} - T_0, \quad (6.1.1)$$

де $A_{\Sigma m}$ - робота здійснена двигунами приводів виконавчих механізмів;

$A_{\Sigma res}$ - робота всіх сил опору лінії;

$T_{\Sigma end}, T_0$ - кінетична енергія лінії в кінцевому циклі виготовлення обкладинок і на початку циклу подачі першої розгортки самонакладом.

Рівняння руху машинного агрегату залежно від виду дієвих сил [97] :

$$A_{\Sigma m} - (A_{\Sigma tres} - A_{\Sigma fr} - A_{\Sigma res} \pm A_{\Sigma in} \pm A_{\Sigma wt}) = 0 \quad (6.1.2)$$

де $A_{\Sigma tres}, A_{\Sigma fr}, A_{\Sigma res}, A_{\Sigma in}, A_{\Sigma wl}$ - роботи необхідні для подолання технологічних опорів виконавчих механізмів, сил тертя, інерції і ваги ланок.

При віднесенні до одиниці часу перелічених складових енергетичного балансу:

$$N_{\Sigma m} - (N_{\Sigma tres} - N_{\Sigma fr} - N_{\Sigma res} \pm N_{\Sigma in} \pm N_{\Sigma wl}) = 0 \quad (6.1.3)$$

де N – потужності відповідних сил [97].

6.2. Структурна побудова виконавчих механізмів експериментальної фальцювально-склеювальної лінії

Самонаклади фальцювально-склеювальних ліній призначені для автоматичного швидкісного поштучного відділення листів від стопи і подачі їх в першу секцію для нанесення клею на конструктивні деталі розгорток.

Проводка розгорток для виготовлення напівжорстких обкладинок в експериментальній лінії здійснюється механізмами самонакладу (рис. 6.2.1, рис. 6.2.2) в три етапи в такій послідовності:

- відокремлення одного примірника розгортки від привертки розгорток розташованої на плоских підтримувальних опорах, що знаходяться в одній площині зі стрічковими транспортувальними системами;
- переміщення одного примірника розгортки в зону дії стрічкових попарно контактних транспортувальних пристроїв;
- транспортування розгортки в зону нанесення клею на крайки, або клапани;

Для застосування в лініях, виробнича швидкість яких забезпечує середньо тиражні або малотиражні обсяги фальцювання і склеювання розгорток обкладинок, можливе застосування пристроїв подачі розгорток, або листів палітурних матеріалів які, як правило являють собою ротаційний циліндр з отворами, який захоплює листи внаслідок вакууму, що створюється між його поверхнею і поверхнею листа.

Вакуум створюється в потрібні моменти циклу внаслідок видалення повітря з внутрішньої порожнини циліндра. Для поліпшення контакту з листами на циліндр може бути нанесено поліуретанове покриття.

Поштучне відокремлення розгорток обкладинок в експериментальній лінії передбачає швидкісне їх переміщення без утворення прорізів між примірниками. Для стабілізації процесу відокремлення розгорток і переміщення їх вздовж технологічного циклу, за умови використання матеріалів, на поверхні яких накопичується статична електрика, що призводить до злипання розгорток і непередбачуваній зупинці лінії, можливе додаткове використання бічних роздувів. Потік стиснутого повітря розпушує торцеву частину привертки сприяючи поштучному відокремленню розгорток.

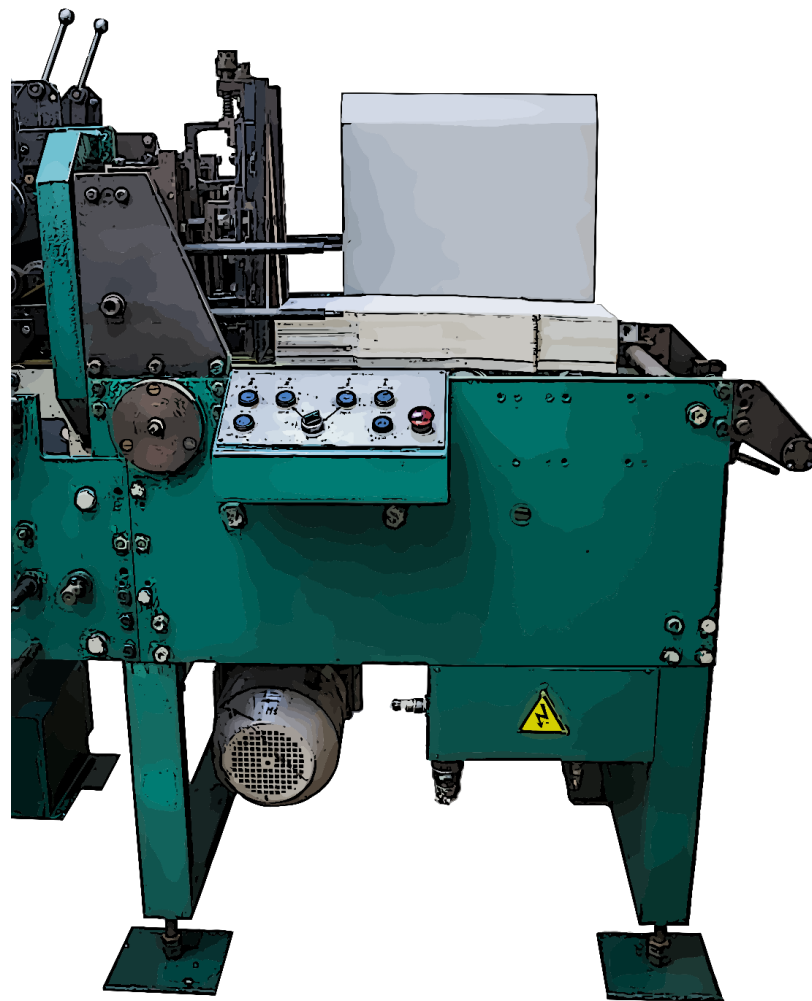


Рис. 6.2.1. Механізм самонакладу експериментальної лінії по виготовленню напівжорстких обкладинок

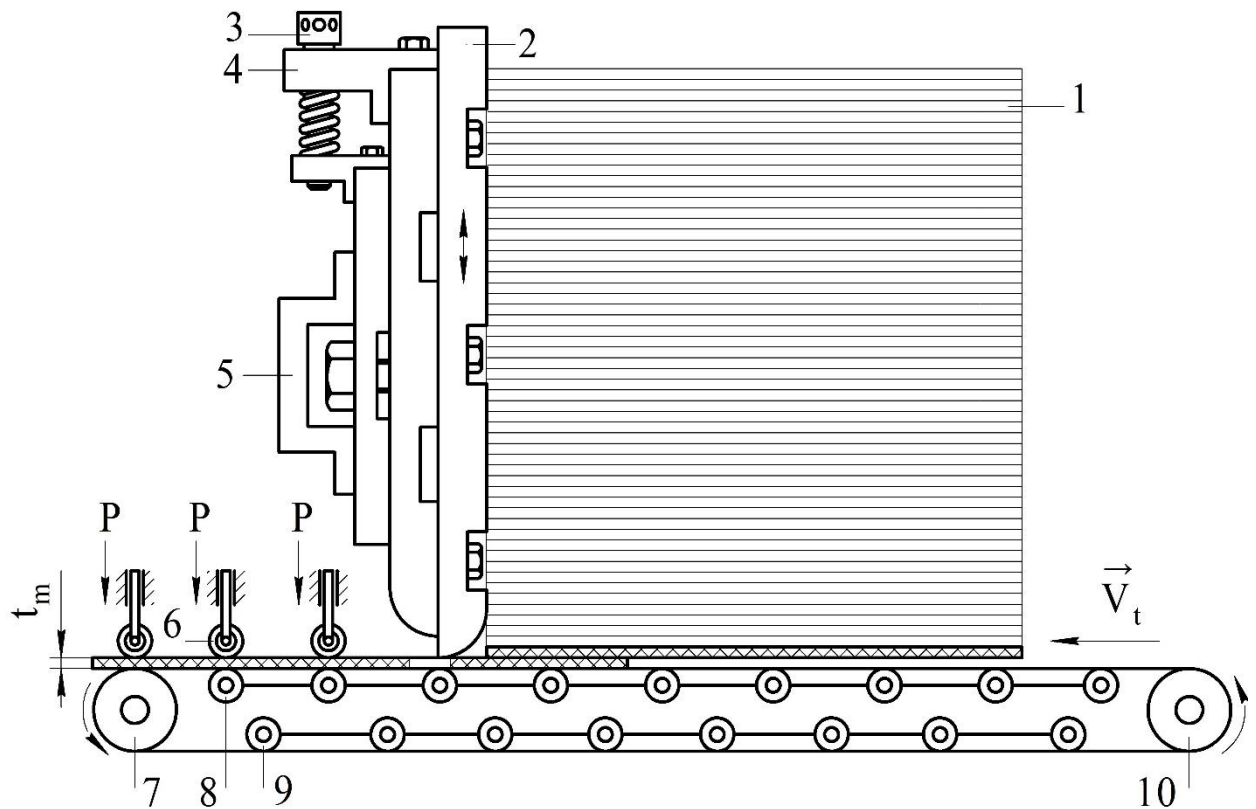


Рис. 6.2.2. Кінематична схема побудови самонакладу експериментальної лінії, 1 – привертка розгортки; 2, 3, 4 – складові механізму регулювання прорізів для поштучної подачі розгортки (залежить від товщини палітурного матеріалу обкладинок); 5 – механізм фіксації технологічних прорізів подачі розгортки; 6 – притискні ролики транспортувальної системи; 7 – приводний вал транспортувальної стрічкової системи; 8 – ролики робочої гілки стрічкового транспортера; 9 – ролики гілки стрічкового транспортера холостого ходу; 10 – натяжний пристрій транспортувальної системи; \vec{V}_t – вектор швидкості подачі розгортки обкладинок.

На рис. 6.2.3. зображена комбінована модульна секція №1 експериментальної лінії яка складається:

- з механізму нанесення клею на крайки, або клапани розгортки напівжорсткої обкладинки (рис. 6.2.4);
- механізму гвинтового відгинаючого фальцювання крайок, або клапанів розгортки обкладинки (рис. 6.2.5-6.2.7);

- механізму обертового пресування та координатного переміщення розгорток обкладинок після фальцювання;
- механізму координатного виведення каландрованих розгорток обкладинок, з приклеєними крайками, або клапанами, на поворотний рольганг для зміни напрямку руху розгортки на кут 90° і введення її в комбіновану модульну секцію №2 приклеювання крайок або клапанів по короткій стороні розгортки.

Секція обладнана індивідуальним приводом і механізмами регулювання затискних зусиль жорсткого тримання розгорток обкладинок між гілками попарно контактних стрічкових транспортерів впродовж виробничого циклу виготовлення тиражів обкладинок. Механізми створення притиску виконані у вигляді шарнірних важелів, у яких шарніри виготовлені, як кулачкові механізми змінного профілю, внаслідок яких відбувається поступове створення зусиль притиску і їх фіксація впродовж роботи.

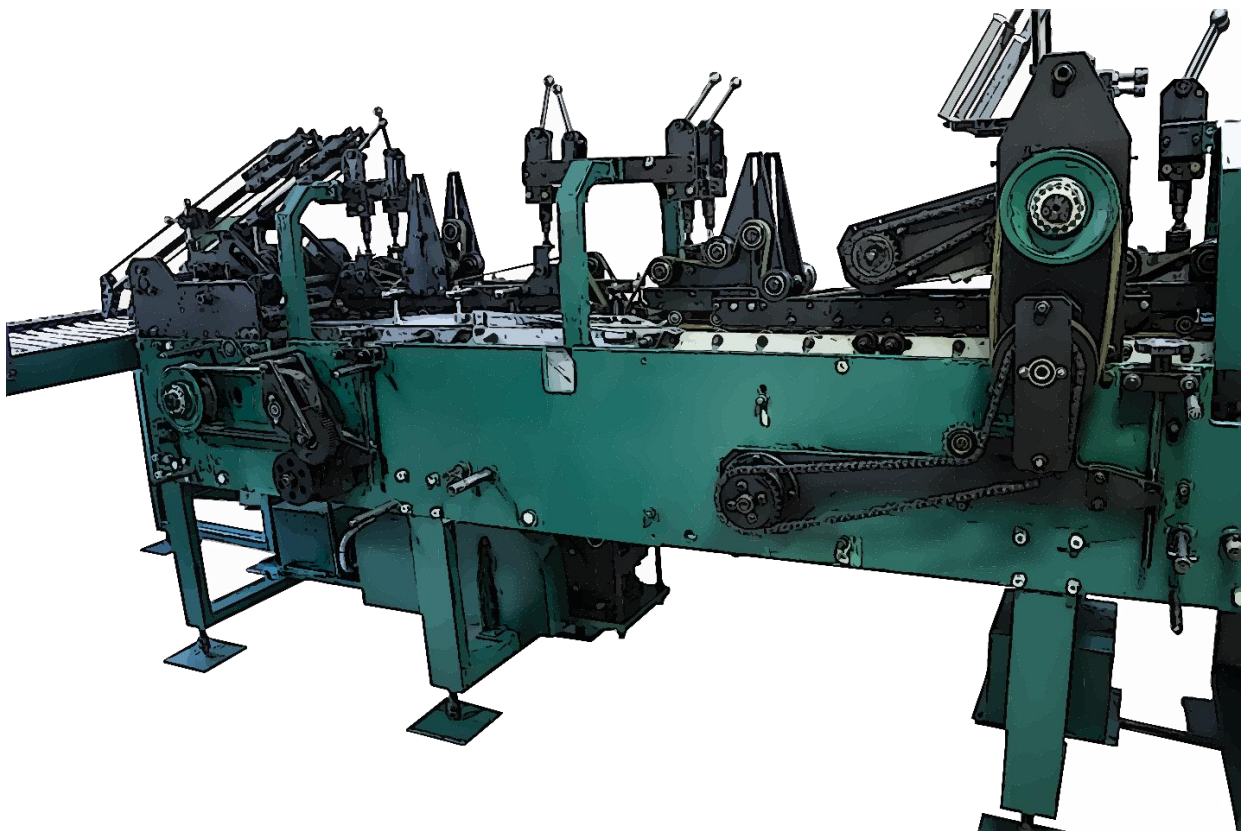


Рис. 6.2.3. Комбінована модульна секція №1 приклеювання крайок або клапанів по довгій стороні розгортки

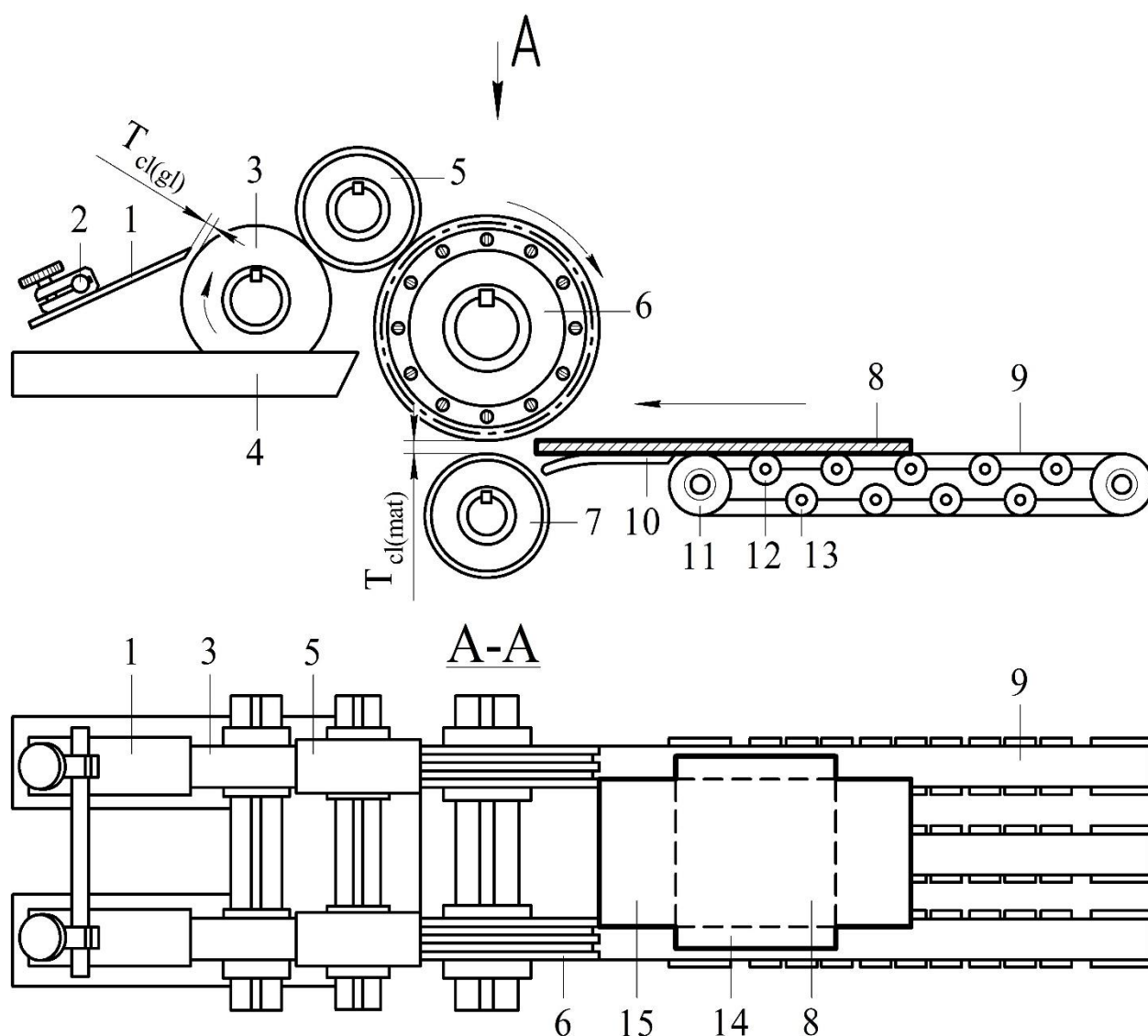


Рис. 6.2.4. Клейовий апарат нанесення клею на крайки напівжорстких обкладинок, 1 – ракель регулювання шару клею; 2 – затискач ракеля; 3 – живильний клейовий вал; 4 – резервуар для клею; 5 – передавальний клейовий вал; 6 – профільний вал для нанесення клею на крайки розгортки; 7 – регулювальний вал; 8 – розгортка обкладинки; 9 – стрічковий транспортер; 10 – напрямні; 11 – приводний вал стрічкового транспортера; 12 – підтримувальні ролики робочої гілки транспортера; 13 – підтримувальні ролики гілки транспортера холостого ходу; 14 – крайки розгортки; 15 – клапани розгортки.

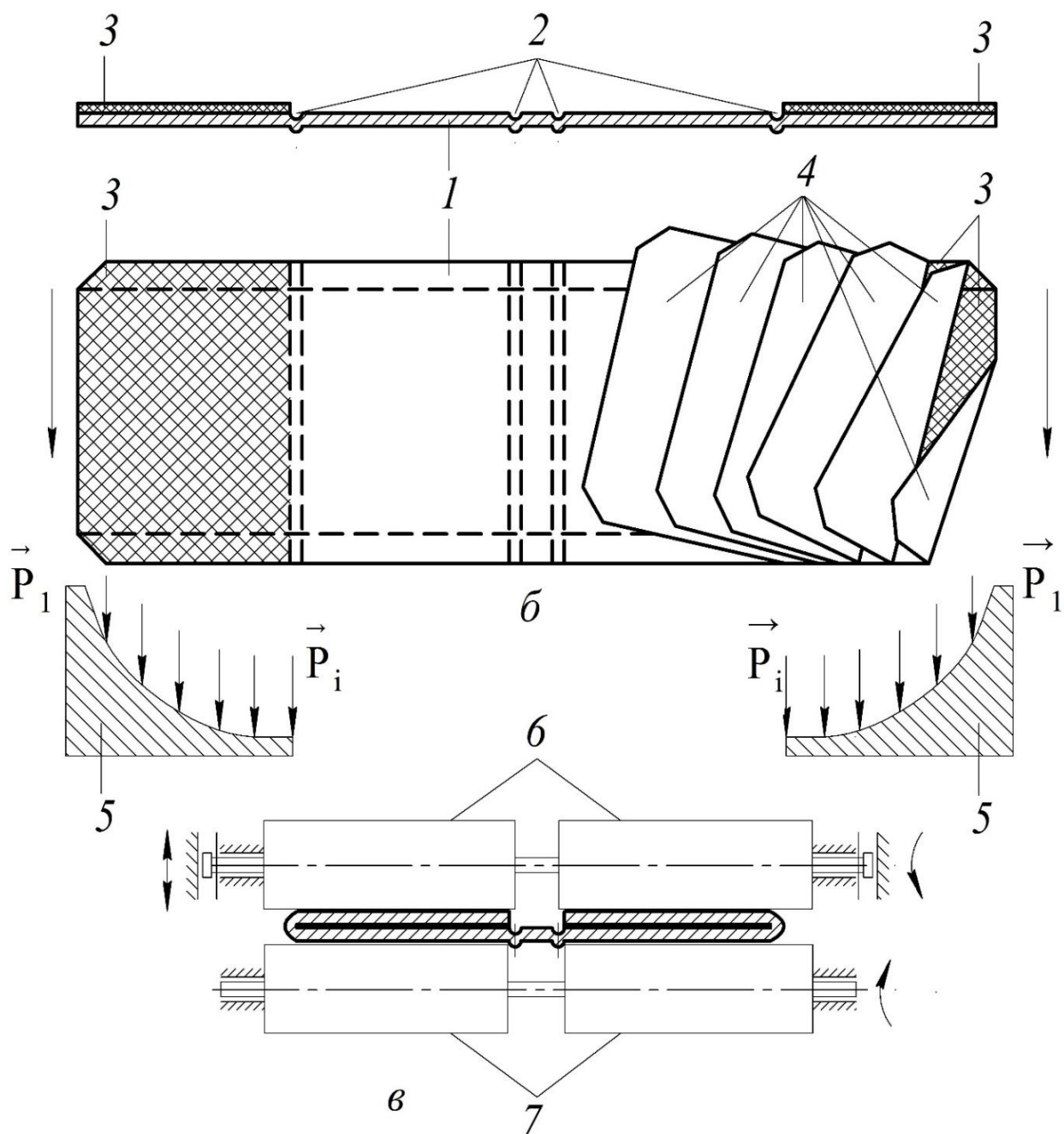


Рис. 6.2.5. Технологічна схема гвинтового фальцювання крайок або клапанів напівжорстких обкладинок, 1 – розгортка напівжорсткої обкладинки; 2 – біговальні канавки; 3 – зони нанесення шару клею; 4 – етапи гвинтового фальцювання клапанів; 5 – напрямні профільні пластини для гвинтового фальцювання; 6 – верхні ролики механізму обертового пресування; 7 – нижні ролики; \vec{P}_1, \vec{P}_i – зусилля опору механізму в процесі фальцювання.

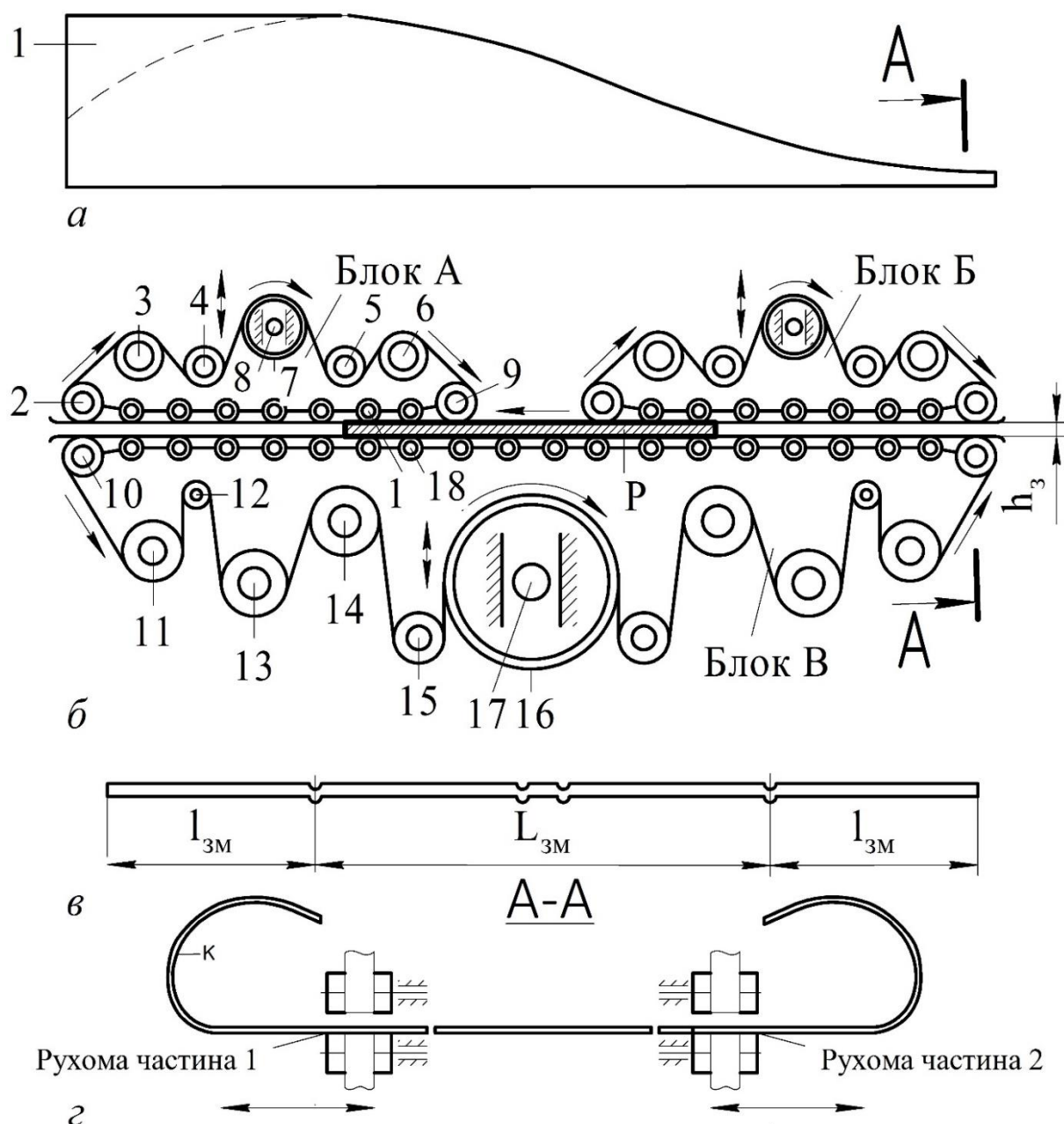


Рис. 6.2.6. Стрічкова попарно контактна транспортувальна система механізму гвинтового фальцювання, 1 – профільні пластини для гвинтового фальцювання; 2 – приводний вал блоку А; 3 – 3, 4, 5, 6 – відхильні ролики верхньої транспортерної гілки; 7 – натяжний вал блоку А; 8 – куліса вертикального переміщення натяжного валу; 9 – натяжний вал блоку А; 10 – приводний вал нижньої транспортерної гілки; 11, 12, 13, 14, 15 – відхильні ролики нижньої транспортерної гілки; 16 – натяжний барабан блоку В; 17 – куліса вертикального переміщення натяжного барабана блоку В.

В технологічному процесі гвинтового фальцювання крайок і клапанів, на які нанесений клей, приклеювання та каландрування координато-транспортувальними роликами, заготовки рухаються в поздовжньому, або поперечному напрямках. Відповідно, виконавчі механізми лінії, впродовж технологічного циклу, мають сприяти дотриманню переконливої постійності утворення прямокутної геометрії напівжорстких обкладинок.

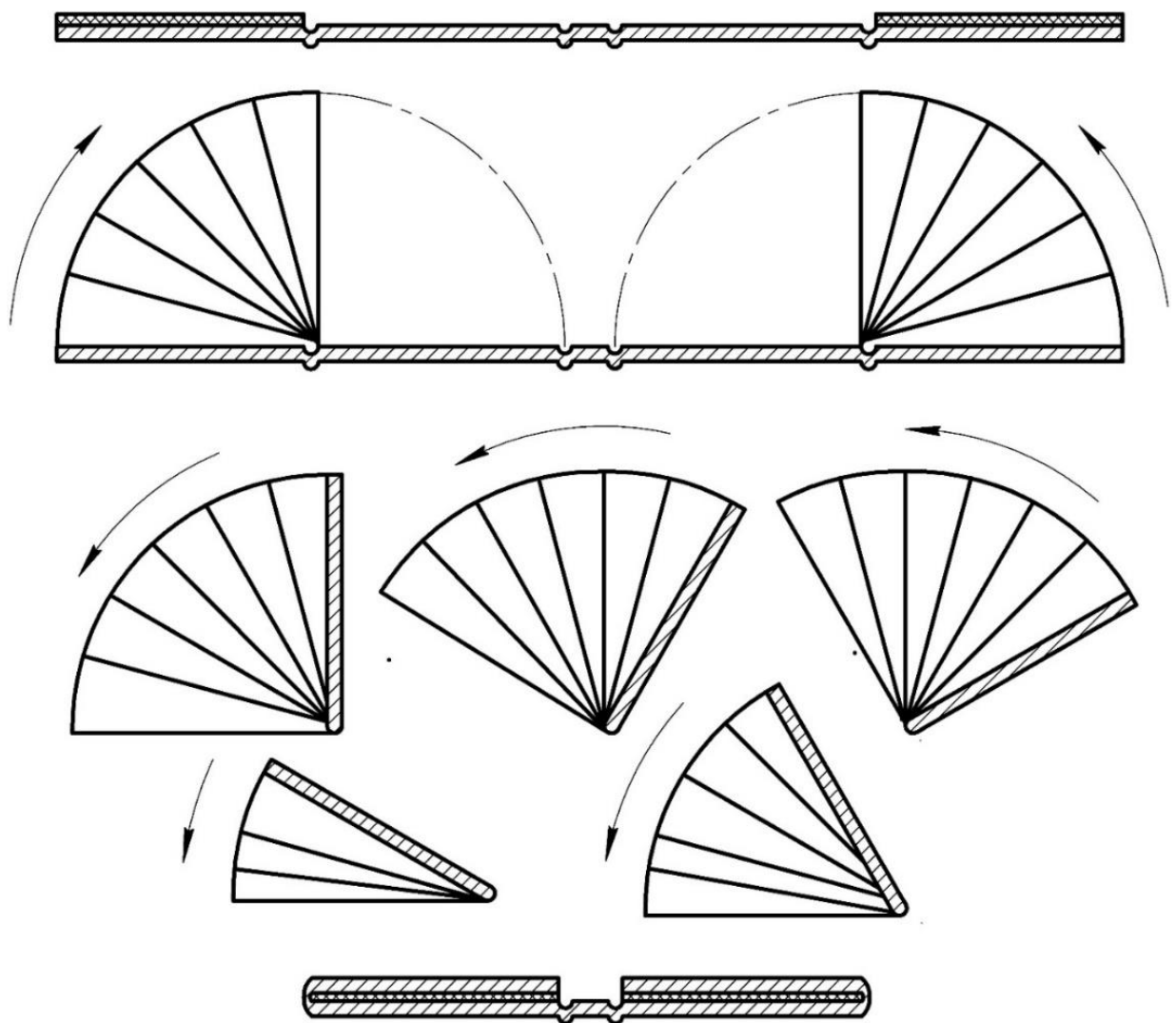


Рис. 6.2.7. Етапи загинання клапанів напівжорстких обкладинок (рис. 6.2.5)

На рис. 6.2.8 зображено комбіновану модульну секцію №2 експериментальної лінії приклеювання крайок або клапанів по короткій стороні розгортки (перелік механізмів відповідає модульній секції №1).

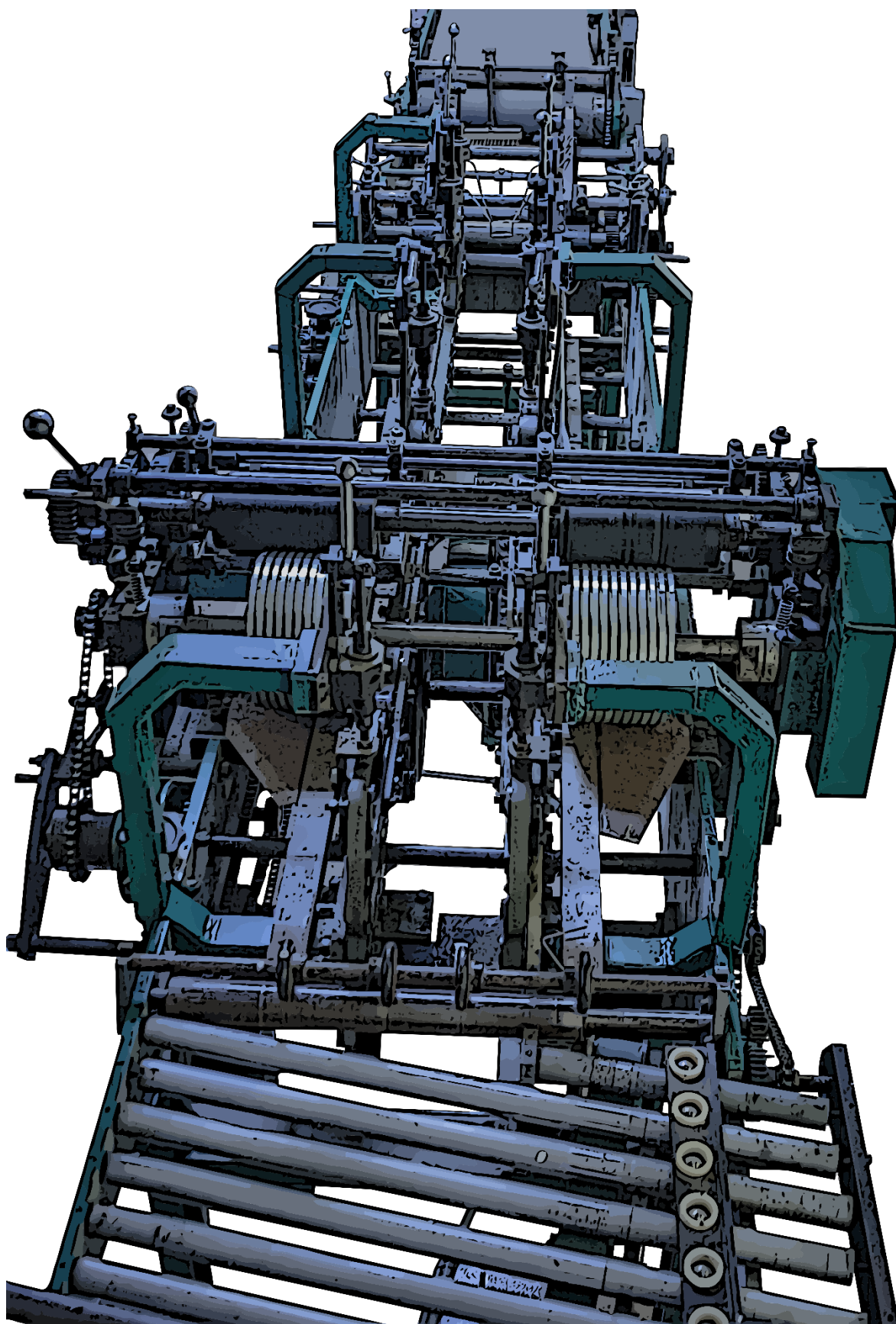


Рис. 6.2.8. Комбінована модульна секція №2 приклеювання крайок або клапанів по короткій стороні розгортки

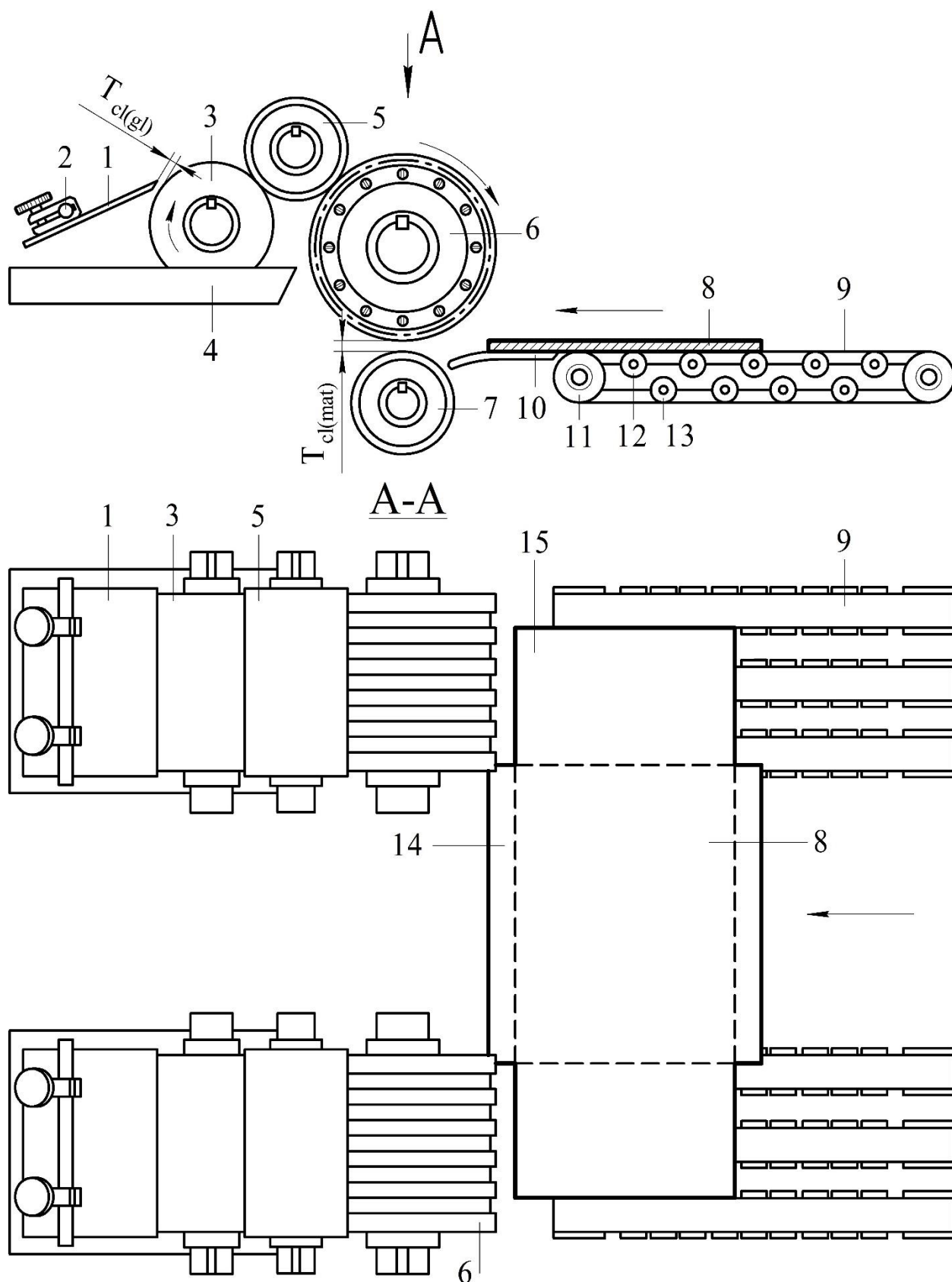


Рис. 6.2.9. Клейовий апарат нанесення клею на клапани напівжорстких обкладинок, 1 – ракель регулювання шару клею; 2 – затискач ракеля; 3 – живильний клейовий вал; 4 – резервуар для клею; 5 – передавальний клейовий

вал; 6 – профільний вал для нанесення клею на краї розгортки; 7 – регулювальний вал; 8 – розгортка обкладинки; 9 – подвійний стрічковий транспортер; 10 – напрямні; 11 – приводний вал стрічкового транспортера; 12 – підтримувальні ролики робочої гілки транспортера; 13 – підтримувальні ролики гілки транспортера холостого ходу; 14 – краї розгортки; 15 – клапани розгортки.

Клейовий апарат для нанесення клею на клапани напівжорстких обкладинок (рис. 6.2.9) побудований за аналогією з клейовим апаратом нанесення клею на краї обкладинок за дублювальним принципом. Синхронізація швидкості транспортування заготовок обкладинок обох гілок клейового пристрою відбувається за допомогою кулачково-важільних регулювальних механізмів, розташованих вздовж технологічної частини експериментальної лінії (рис. 6.2.3). На рис. 6.2.10 зображена епюра обертового пресування крайок і клапанів обкладинок.

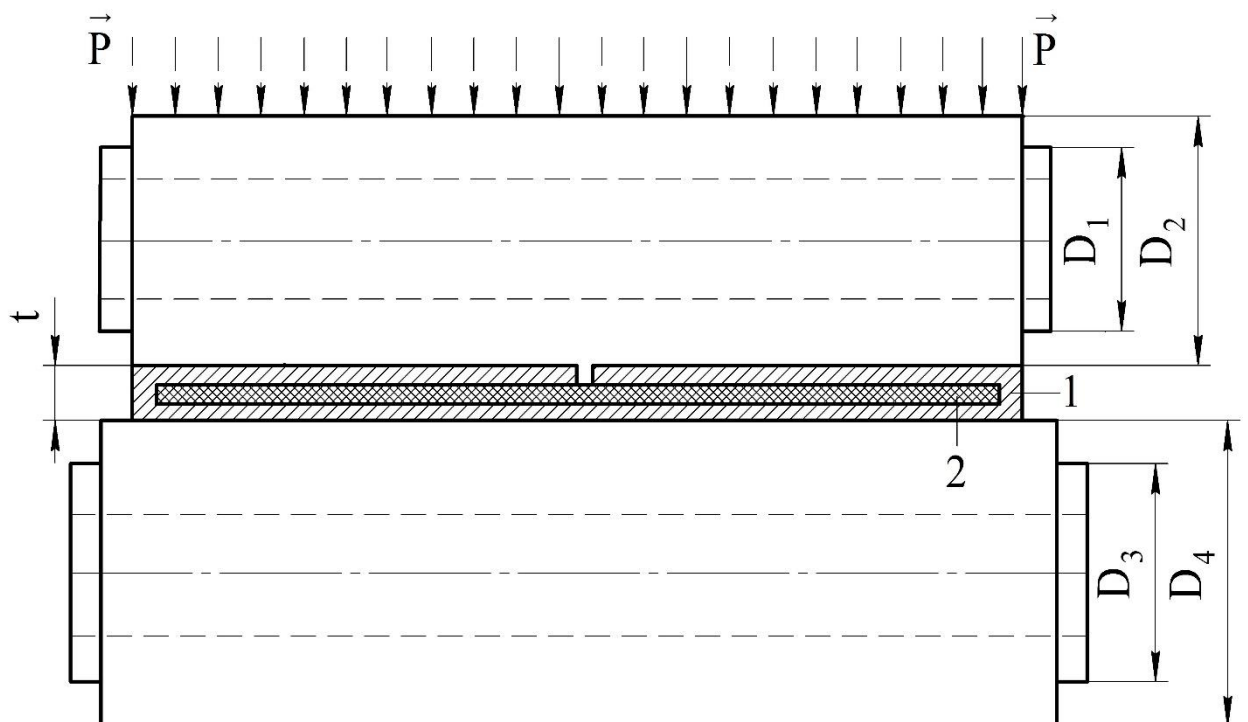


Рис. 6.2.10. Епюра обертового пресування крайок і клапанів обкладинок після нанесення клею і фальцювання, 1 – палітурний матеріал обкладинки; 2 – шар клею; t – товщина клеєної структури обкладинки; D_1 , D_2

– діаметри шийок обертових пресувальних валів; D_2, D_4 – діаметри обертових пресувальних валів; \vec{P} – вектори рівномірно розподілених зусиль обертового пресування обкладинок

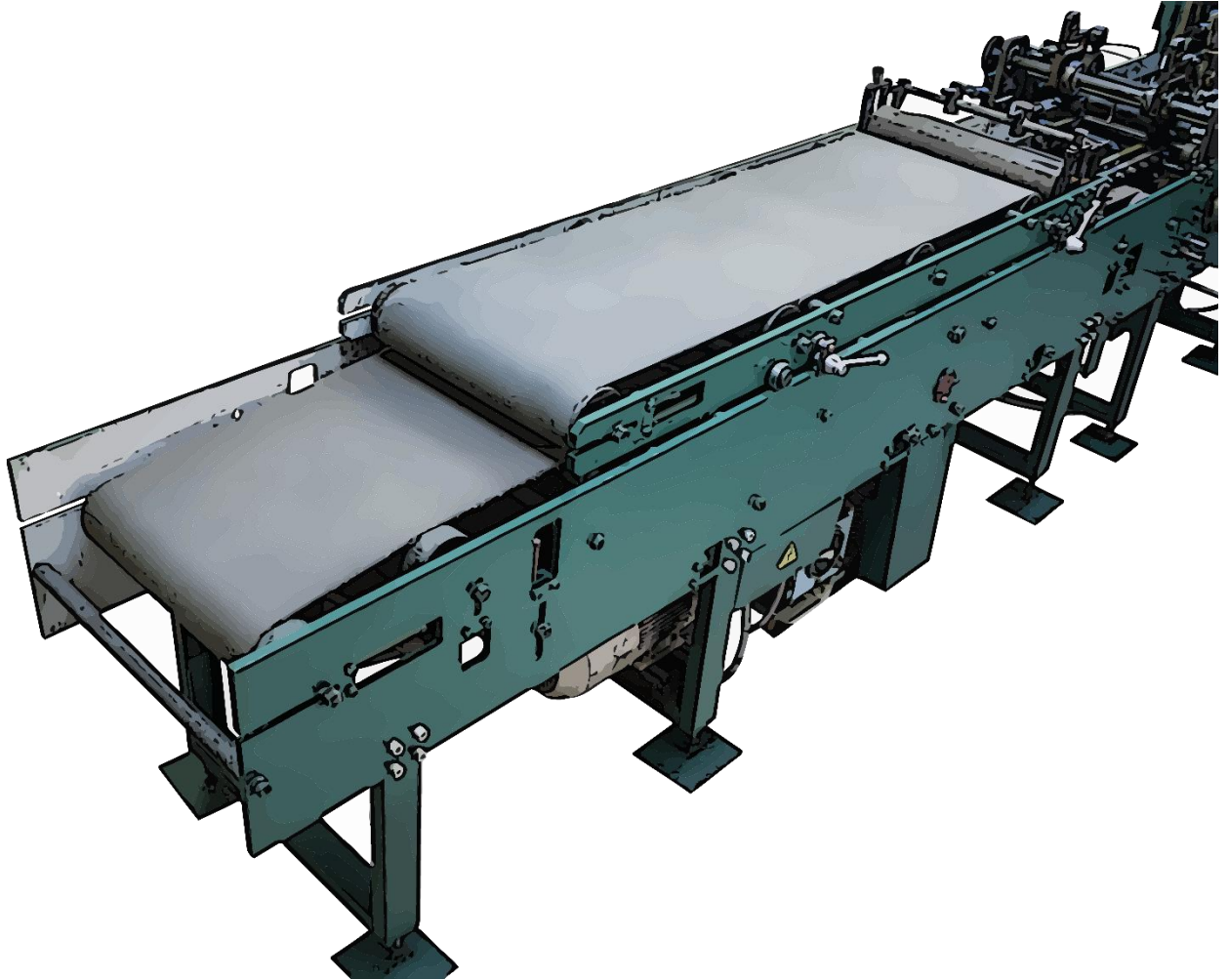


Рис. 6.2.11. Механізм завершального каландрування й обтискання загальної клеєної структури обкладинки

Враховуючи періодичне розтягування стрічок верхньої й нижньої гілок механізму завершального каландрування, в конструкції передбачені натяжні пристрої з натяжними валами (рис. 6. 2. 12, поз. 4 і поз. 7) для регулювання технологічного натягу стрічок, що забезпечує створення визначених зусиль обтискання клеєної структури обкладинок.

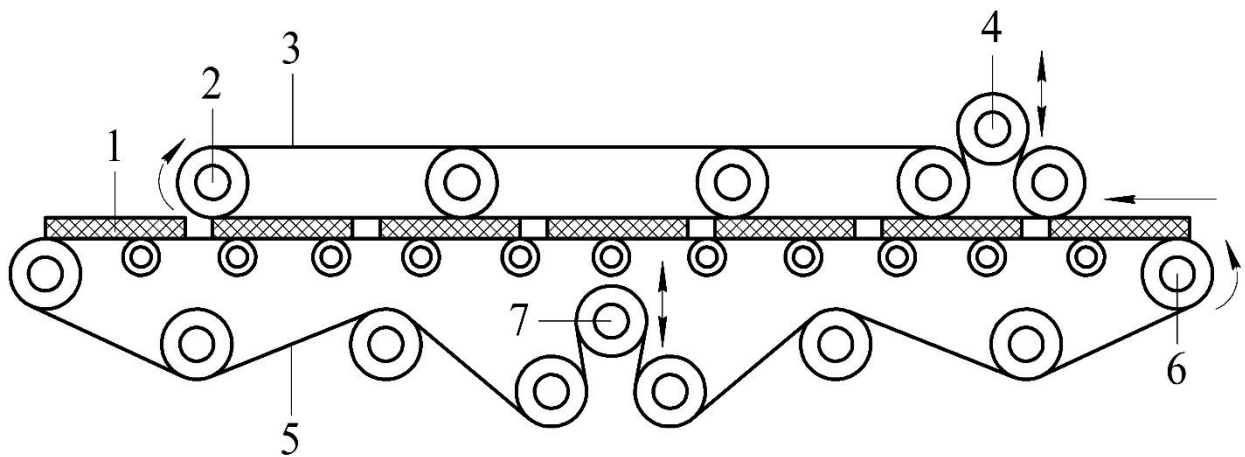


Рис. 6.2.12. Кінематична схема механізму завершального каландрування
1 – клеєні обкладинки після обтискання; 2, 6 – приводний вал; 3, 5 –
транспортувальна багатошарова стрічка; 4, 7 – натяжні вали

6.3. Комплексне оцінювання впливу обертальних механізмів експериментальної лінії на точність виготовлення обкладинок

Виготовлення високоякісних напівжорстких обкладинок, зі сталими контурними розмірами, визначеними галузевими стандартами, відбувається за умови тривалого збереження поверхневої міцності ролико-валкових механізмів обертального пресування, які здійснюють завершальне формування й обтискування обкладинок [200].

Враховуючи технологічну особливість обертального пресування крайок і клапанів напівжорстких обкладинок, які після нанесення клею, до входження в зону пресувального контакту між притискними роликами, зберігають стан тимчасової невизначеності, з точки зору збереження прямокутної контурної геометрії після приклеювання, притискання і формування цільної структури обкладинки [200].

Окрім того, процес обертального пресування клеєних обкладинок збігається з процесом лінійного переміщення обкладинок вздовж осьової лінії, умовно проведеної через центри виконавчих механізмів і середину розгортки

обкладинок. Відхилення від визначеної лінії технологічної симетрії переміщення розгортки призводить до формування дефектів контурної геометрії обкладинок після склеювання й обертального пресування [200].

Тому, експлуатаційна зносостійкість і міцність ролико-валкових механізмів обертального пресування обкладинок та жорсткість їх конструкції сприяє підвищенню якості виготовлення напівжорстких обкладинок, тривалості технологічних процесів, без невинуватених зупинок експериментальної лінії для додаткового налагодження механізмів на технологічну точність та вилучення виробів з дефектами [200].

Розширення напрямків дослідження [99] ефективних методів зміцнювальної обробки циліндричних деталей, типу роликів і валів, викликано тим, що застосування традиційних способів поверхневим пластичним деформуванням (ППД) вичерпало свої можливості. Розроблений спосіб, для отримання високоякісних циліндричних деталей з каліброваної сталі, що використовує для ППД, в якості робочого інструменту, кільцевий індентор-матрицю [200].

Для підвищення стійкості, під час формування регулярного мікрорельєфу на зміцнювальній поверхні, розроблений технологічний процес оздоблювально-зміцнювальної обробки осцилювальним вигладжуванням. Що забезпечує підвищення інтенсивності напружень в осередку пружно-пластичної деформації [99, 200].

Тотожні експериментальні дослідження [196] дозволили встановити характер зміни показників шорсткості на поверхні циліндричних деталей, за умови варіативної подачі інструменту для осцилювального вигладжування [200].

Швидкість деформування, зафіксована впродовж експериментів при осцилювальному вигладжуванні, обмежується 8-9 м/хв ($n = 120$ об / хв). Підвищення швидкості (понад 8-9 м/хв) призводить до збільшення шорсткості. Виміряна раціональна глибина впровадження інструменту ($t = 0,1-0,2$ мм), при якій забезпечується найкраща шорсткість поверхні [200].

Однак є підстави вважати, що формування мікрорельєфу осцилювальним вигладжуванням, повною мірою сприяє утворенню профільної поверхні роликів, що працюють у парі, і які здійснюють координатне переміщення виробів. Тому, наведені експлуатаційні показники, обумовлюють проведення додаткових досліджень, у напрямку профільного пластичного деформування при поверхневого шару роликів [200].

Як видно з [99] різниця в зусиллях деформування поверхневого шару круглих деталей починає істотно позначатися при діаметрах кругового контакту більше як два міліметра. Виходячи з цього, досліджено, що істотний вплив на напружений стан в тілі деталі, при одній і тій же площі контакту сприяє тому, що максимальні напруги будуть виникати в центрі контакту [200].

Відповідно, підтверджені численними експериментальними даними припущення, що зміна напружень в глибину поверхневого шару залежить від розподілених напружень в круговому контакті. Напруження в при поверхневому шарі спочатку ростуть від нуля до деякого максимального значення, а потім зменшуються. Це означає, що чим більше розміри контактної зони, тим більше розбіжність між глибинами зміцнення [200].

Однак, ці показники якості поверхневого шару переважно визначаються на основі проведення експериментальних досліджень і мають емпіричний характер. У зв'язку з цим, актуальним є визначення математичних моделей розрахунку глибини зміцненого шару. А, також, закону розподілу залишкових напружень, по глибині зміцненого шару, утвореного індентором з дискретними розмірами матриці, циклічно вдавненої в поверхню круглої деталі, з визначеними зусиллями [200].

Механізм впливу поверхнево-пластичної обробки дискретних, послідовно виокремлених ділянок, порівнянних за розмірами з робочою поверхнею матриць-інденторів, має декілька різновидів [75, 200].

В одному випадку, внаслідок перерозподілу структури матеріалу поверхневого шару, під час утворення ущільнених заглибин, з профілем

індентора, змінюється геометрія поверхні циліндричних деталей. Відповідно, наведення залишкових напружень, в при поверхневій зоні утворення заглибин, здатні викликати загальну деформацію деталі, або її окремої частини [200].

В іншому випадку, залишкові напруження здатні змінити жорсткість деталі, без зміни її зовнішньої геометрії. Слід зазначити, що застосування точкового або керованого поверхневого пластичного деформування, дозволяє управляти геометричними характеристиками поверхонь, внаслідок цілеспрямованого перерозподілу матеріалу поверхневого шару круглої деталі [200].

Зменшується хвилястість поверхні й, через створення поля залишкових напружень, здатних здійснити спрямовану деформацію деталі, можливо впливати на зменшення наявного відхилення форми від технологічно заданої геометрії. А також, створювати розрахунковий рельєф мікронерівностей на поверхні [200].

Разом з тим, фактори керованого поверхневого пластичного деформування [208] є недостатніми для створення методики формування поверхневого шару, з регламентованими властивостями міцності, високою опорною здатністю та розподілом заданих залишкових напружень стиску [200].

Властивості одного з видів оздоблювально-зміцнювальної обробки – вигладжуванню циліндричних поверхонь, закріпленим в оправці алмазним кристалом, використані в експериментальних дослідженнях зміцнення поверхневого шару круглих деталей [81]. Операція вигладжування застосована для зміцнення сталевих круглих деталей твердістю до 65 HRC, замість операцій остаточного шліфування, полірування, доведення і суперфінішування, які здійснювалися лише для порівнювальної оцінки [200].

Відзначено, що зносостійкість вигладжених поверхонь збільшилася у 2-3 рази, в порівнянні з шліфованими й на 20-40%, у порівнянні з полірованими.

Контактна витривалість вигладжених поверхонь виявилась на 35-50% вище полірованих [200].

Однак є підстави вважати, що поверхні однієї шорсткості, отримані різними методами обробки, відрізняються експлуатаційними властивостями. Тому, для визначення довірчих показників оброблених поверхонь, необхідно провести додаткові дослідження, не тільки висоти шорсткості, скільки висоти опорної площі поверхні, яка, зазвичай, становить лише невелику частину контурної площі [200].

Проведені дослідження і виявлені результати роботах, стосуються виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок, яке відбувається суцільним швидкісним потоком прямолінійного переміщення заготовок між секціями експериментальної фальцювально-склеювальної лінії [200].

Враховуючи, що напівжорсткі обкладинки, як книжкові оправи, є завершеними напівфабрикатами, що надалі приєднуються до книжкового блоку, технологічними нормативами передбачені жорсткі допуски відхилення їх від контурної прямокутної геометрії [200].

Своєю чергою, на умови забезпечення допусків, тиражної сталості й композитної структурності напівжорстких обкладинок, впливають ролико-валкові механізми, що здійснюють їх обертальне пресування і швидкісне координоване транспортування [200].

Це дозволяє стверджувати, що проблеми, які виникають при виготовленні напівжорстких книжкових обкладинок можуть бути вирішені шляхом виявлення і дослідження їх технологічних особливостей. А також особливостей експлуатації ролико-валкових механізмів, з метою створення та впровадження методики зміцнення їх циліндричних поверхонь, що підвищить експлуатаційну тривалість механізмів [200].

Слід зазначити, що відсутність переконливої статистичної кількості підтверджених практичних результатів та дотична визначеність розглянутих досліджень, обумовлюють доцільність і переваги проведення досліджень у напрямку вирішення перелічених наукових завдань [200].

Результатом яких є впровадження методики зміцнення циліндричних поверхонь ролико-валкової групи експериментальної лінії виготовлення напівжорстких обкладинок, який полягає в утворенні частково регулярного мікрорельєфу, з нанесеними під кутом плоскопаралельними шліцьовими заглибинами. А, також, в застосуванні технології іонного азотування, отриманого мікрорельєфу, в плазмі геліконного розряду, що сприятиме тривалому збереженню експлуатаційних розмірів ролико-валкового механізму [200].

6.4. Визначення закономірностей та розробка параметричної методики зміцнення циліндричних обертових поверхонь експериментальної лінії

Поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок передбачає механічне зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування. В процесі якого, внаслідок контактної силової взаємодії деформувального інструменту і поверхні сталевих пресувальних роликів, поверхня набуває напружено-деформованого стану стиснення [200]

Застосована методика [223] технологічного процесу формування регулярного мікрорельєфу, який змінює структуру поверхневої зони металу роликів на відміну від осереддя і, який здійснюється у декілька етапів фізико-механічної обробки [200].

Спочатку утворюється на поверхні роликів постійний регулярний мікрорельєф з параметричними показниками, занесеними до табл. 6.4.2. На наступному етапі зміцнення при поверхневого шару роликів – частково регулярний мікрорельєф, технологічна відмінність якого полягає у формуванні шліцьових плоскопаралельних заглибин, геометрично координованих під кутом до осі роликів [200].

Для проведення експериментів по зміцненню при поверхневого шару низько вуглецевих сталевих роликів використаний токарно-гвинторізний станок 16K20. В затискному пристрої шпинделя станка закріплювались деталі для подальшої обробки [200].

Додатково, на супорт токарного станка змонтований пристрій [223], із затискачами, в яких закріплені деформувальні матриці. Матриці здійснюють поверхневе пластичне деформування, з постійним радіальним зусиллям, при наданні руху подачі уздовж осі переміщення матриць [200].

Модифікування поверхонь пресувальних роликів, після утворення частково-регулярного мікрорельєфу, здійснено за допомогою методики іонно-плазмового азотування в геліконному розряді, без зміни мікрогеометрії поверхні. Дослідження проводили на зразках із конструкційної сталі 20х, що не піддавалась попередній термічній обробці [213, 200].

Формування дифузійних шарів методом іонно-плазмового азотування виконувалось в спеціалізованій технологічній установці [218]. Установа вміщує геліконне джерело плазми, яке має робочу частоту 13,56 МГц, і плазмово-дугові прискорювачі, об'єднані в одній вакуумній камері [213, 200].

Технологічний процес іонного азотування, в розрядній плазмовій камері, здійснювався у два етапи: попереднє очищення зразка (плазмою в середовищі аргону) з подальшим процесом азотування. Попереднє очищення кожного зразка проводилось в наступній послідовності [213, 200].

Відкачування повітря, із камери проведення експериментів, здійснювалося спільно залученими дифузійним і форвакуумним помпами до значення тиску в робочій камері гібридного геліконно-дугового реактора порядку 10^{-4} мм.рт.ст [213, 200].

Величина потужності генератора, завдяки якій відбувалась реалізація геліконного розряду, $P = 600$ Вт. Тиск робочого газу (аргону) під час очищення підкладки становив $7 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. Потенціал столика з фіксованим досліджуваним роликом $U = -50$ V. Тривалість процесу очищення: 5 хв. [213, 200].

Процес азотування розпочинався після закінчення очищення, без вилучення досліджуваного зразка з робочої камери. Після очищення робочий газ аргон з камери був відкачаний та закачаний азот (або суміш), в атмосфері якого реалізовувався режим геліконного розряду. Тривалість процесу азотування становила 30 хв. [213, 200]

Відомо, що ресурс роботи будь-якого механізму, і ролико-валкового також, до втрати експлуатаційних технологічних характеристик, визначається можливістю деталей механізмів здійснювати опір руйнівному впливу їх між контактної взаємодії [200]

Вдосконалення технічних характеристик механізмів, відповідальних за отримання щільно склеєних та геометрично прямокутних напівжорстких обкладинок, має позитивний вплив на якість і тиражну стабільність виготовленої продукції, а також на тривалість експлуатаційного ресурсу виробничої лінії [200]

Тому актуальним є впровадження методики визначення та дослідження технологічних процесів зміцнення циліндричних поверхонь пресувальної ролико-валкової групи координато-транспортувальної секції лінії з виготовлення напівжорстких обкладинок [200].

А застосування сучасної технології зміцнення поверхневих шарів циліндричних поверхонь, через створення стійкого регулярного мікрорельєфу поверхні, сприятиме тривалому збереженню експлуатаційної незмінності зовнішніх розмірів роликів [200].

Поліпшенню експлуатаційних властивостей та зносостійкості технологічної поверхні підлягає ролико-валкова група, механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок. Циліндричну поверхню роликів зміцнюють за допомогою формування ущільнювального регулярного мікрорельєфу [200].

Відомі технології поліпшення поверхневого шару сталевих деталей поліграфічних машин методом пластичного деформування [99], які

дозволяють отримувати ущільнену поверхню деталей у вигляді регулярного мікрорельєфу [200].

Пластичне деформування здійснюється в холодному стані спеціальним інструментом, індентором, з профілем робочої поверхні, що відтворює конфігурацію отримуваного ущільненого заглиблення. Ущільнення поверхні здійснюється на токарно-гвинторізному металорізальному верстаті способом вібраційного обкатування [99, 200]. Який базується на складному відносному переміщенні деформувальної матриці інструмента, щодо оброблюваної поверхні, та видавлюванню, за певним типом матриці, поверхні на якій створюється повністю новий мікрорельєф. Цей спосіб дозволяє відносно точно та у широких межах регулювати розмірні параметри мікрорельєфу, взаємне розташування його мікронерівностей, а також змінювати фізико-механічні властивості поверхневого шару, які впливають на зносостійкість деталей [200].

В процесі пластичного деформування незначна частина металу витісняється вгору, основний же обсяг металу ущільнюється в товщу деталі. Утворювані пружні деформації помітно не впливають на точність і якість поліпшеної поверхні деталі, на якій утворюється повністю регулярний мікрорельєф. Застосована технологія пластичного деформування має високу продуктивність, характеризується якісною обробкою поверхонь, під час формоутворення регулярного мікрорельєфу, поліпшує фізико-механічні характеристики поверхонь деталей, суттєво підвищує тривалість їх використання [200].

Деталі, що потребують подальшої термообробки, після зміцнювального оздоблювання методом пластичної деформації, мають менше повідця, що суттєво не змінює контурну геометрію деталі й не потребує додаткових фінішних операцій. Розроблена методика [216] застосування технологічного процесу формування регулярного мікрорельєфу, який змінює структуру поверхневої зони металу роликів на відміну від осереддя і, який здійснюється у декілька етапів фізико-механічної обробки [200].

Поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування, передбачає, в першу чергу, механічне зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування. В процесі якого, внаслідок контактної силової взаємодії деформувального інструменту і поверхні сталевих роликів, поверхня набуває напружено-деформованого стану стиснення [200].

Після формування повністю регулярного мікрорельєфу на першому етапі зміцнення при поверхневого шару роликів для обертального пресування обкладинок, на другому етапі комплексної обробки, утворюється частково регулярний мікрорельєф [200].

Технологічне виконання якого, полягає у нанесенні плоскопаралельних заглибин, у вигляді шліців, геометрично координованих під кутом α до осі роликів (рис. 6.4.1). Що, своєю чергою, сприяє зміні величини залишкових напружень стиснення, в залежності від структури утвореного частково регулярного мікрорельєфу [200].

Під час нанесення частково регулярного мікрорельєфу відбувається повне вигладжування й утворення нового мікрорельєфу, на місці попередньо створеного. Висота, форма й розташування якого, визначаються не тільки величиною зусилля стискання, але й діаметром деформувальної матриці, амплітудою її коливання, швидкістю, подачею та числом осциляцій [200].

Збільшення або зменшення деформувальних зусиль, направлених на дискретне ущільнення поверхневого шару сталевих пресувальних роликів, призводить до зміни показників шорсткості їх поверхні. Розмірні значення яких, своєю чергою, сприятимуть можливості керування утворенням мікрорельєфу на поверхнях циліндричних деталей, за визначеними характеристиками якості [200].

За необхідності, залежності між утворенням розмірних геометричних складових частково регулярного мікрорельєфу, величиною зусиль вдавлювання і об'ємною конфігурацією деформувальної матриці, можливо встановити експериментальним шляхом [200].

Для поліпшення фізико-механічних характеристик при поверхневого шару, на завершальному етапі модифікування поверхневої міцності роликів, застосовується технологія іонного азотування в без водневому середовищі, в плазмі геліконного розряду [213, 200].

В результаті чого змінюється склад при поверхневої зони металу роликів, в результаті дифузійних процесів, що спричиняють утворення нового структурно-фазового стану, відмінного від серцевини [213, 200].

На рис. 6. 4. 1 зображений притискний вал діаметром D і шириною L , механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок, кінематично з'єднаний з приводом [200].

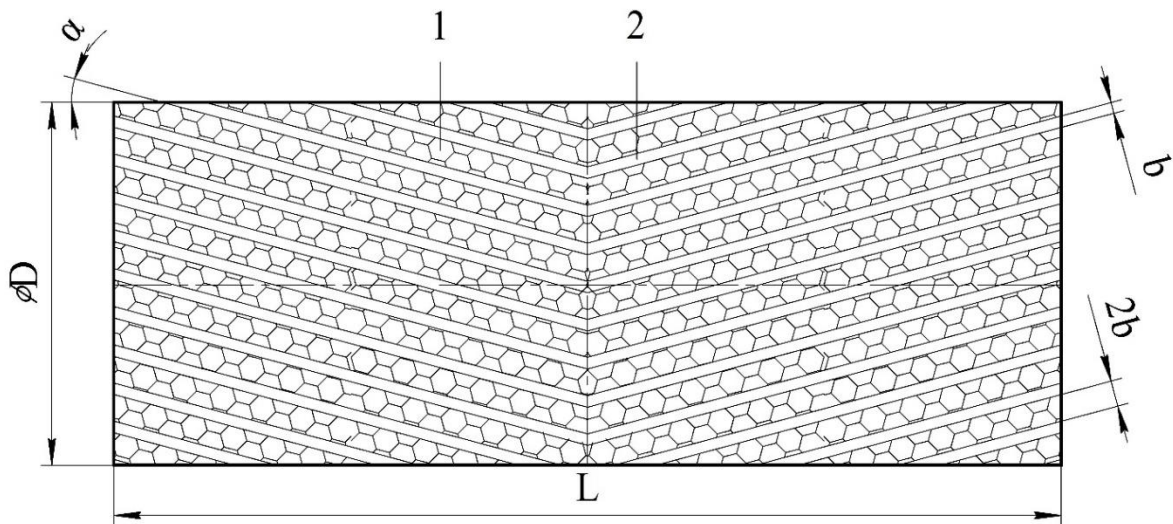


Рис. 6.4.1. Зміцнювальна обробка циліндричної поверхні притискного валу механізму координатного транспортування, 1 – постійний регулярний мікрорельєф; 2 – частково регулярний мікрорельєф; b – ширина плоскопаралельних заглибин; $2b$ – відстань між заглибинами; α – кут нахилу заглибин; $\varnothing D$ – діаметр роликів; L – ширина роликів.

На поверхні притискного валу зображений (у збільшеному стані) *постійний* регулярний мікрорельєф (1) гексагонального типу (за профілем пресувальної матриці), а також зображений *частково* регулярний мікрорельєф

(2), у якого плоскопаралельні шліцьові заглибини, шириною b мм, нанесені з кроком $2b$ мм, під кутом α до осьової лінії роликів [200].

Притискний вал умовно поділений на дві тотожні частини на які плоскопаралельні шліцьові заглибини наносяться в дзеркальному відтворенні, для спрямованого, під час технологічного обертання роликів, транспортування напівжорстких обкладинок вздовж центральної осі фальцювально-склеювальної лінії (рис. 6.4.2) [200].

На рис. 6.4.2 зображений пресувальний транспортувальний вал, із дзеркально нанесеними, під кутом, плоскопаралельними шліцьовими заглибинами (1, 2), напрямок руху (\vec{V}_1) склеєних напівжорстких обкладинок, що рухаються вздовж центральної осі лінії. А також, напрямки \vec{V}_2 і \vec{V}_3 координування руху обкладинок пресувальним валом при проходженні обкладинок через ролико-валковий механізм лінії [200].

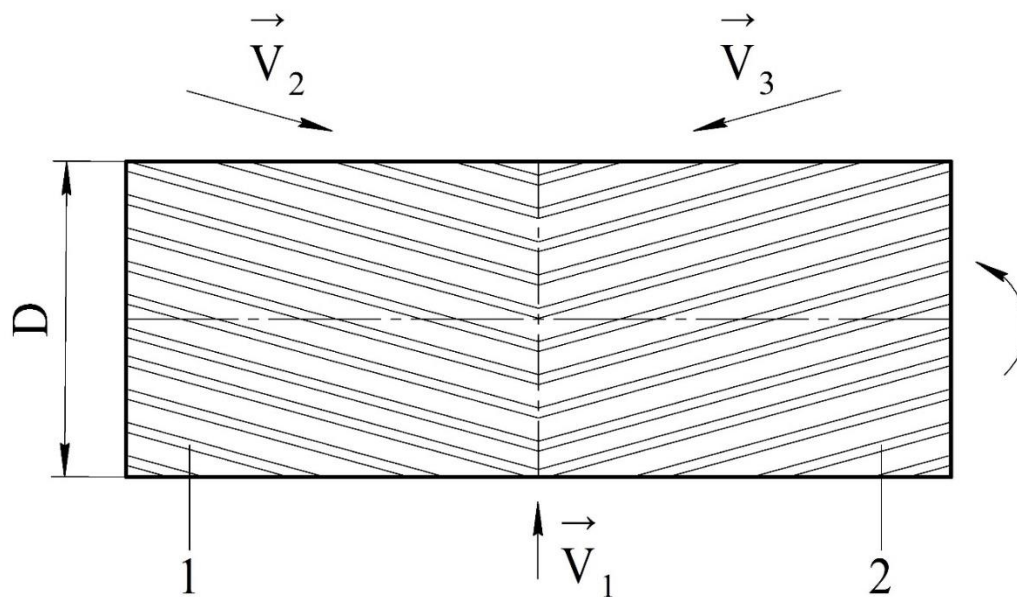


Рис. 6.4.2. Кінематика обертального руху координатного валу, \vec{V}_1 – напрямок руху склеєних обкладинок; \vec{V}_2 і \vec{V}_3 – напрямок координування руху обкладинок в ролико-валковому механізмі; 1, 2 – плоскопаралельні шліцьові заглибини; D – діаметр валу.

Для встановлення взаємозв'язку між характеристиками робочих деталей експериментальної лінії (сталевих валів обертального пресування) та

показниками технологічної точності виготовлених напівжорстких обкладинок запропонована параметрична система.

Яка враховує режими та технологічні особливості процесів поверхневого зміцнювального оздоблення деталей роliko-валкового механізму. Параметрична система відтворена в табл. 6.4.1 впорядковує досліджуваний діапазон вибірки та умови використання необхідних технологічних показників [200].

На завершальному етапі технологічного поліпшення поверхневого шару, отримані показники частково регулярного мікрорельєфу, занесені до табл. 6.4.2, які враховують тип та форму мікрорельєфу, а також, розподіл мікротвердості, отриманої після іонного азотування в плазмі геліконного розряду [200].

Таблиця 6.4.1. Параметрична система пластичного деформування поверхні обертових пресувальних роликів з іонним азотуванням утвореного мікрорельєфу

Назва деталі і початкові параметри	Матеріал	Пластичне поверхневе деформування		Іонне азотування в плазмі геліконного розряду
		Повністю регулярний мікрорельєф (діапазон вибірки)	Частково регулярний мікрорельєф (діапазон вибірки)	
1	2	3	4	5
Вал обертового пресування D = 65 мм, L = 80 мм	Сталь – 20х Вихідна твердість HRC 44...46	R = 0,5–1 мм; P = 150–500 Н; e = 0,2 – 1,0 мм; n _{подв.х} = 1000 – 2000 подв. х./хв;	R = 1,5–2,5 мм P = 75–500 Н n _{пп} = 0 – 50 об/хв. S = 0,2–7,5 мм/хв.,	<u>Попереднє очищення:</u> робочий газ – аргон p _{очищ.} = 7·10 ⁻³ мм. рт. ст. t _{очищ.} = 5 хв. U _{очищ.} = -50 ...-200V

Продовження табл. 6.4.1

1	2	3	4	5
шорсткість поверхні: $R_a = 0,17 - 3,5$ мкм	Попередня обробка поверхні ролика - шліфування	$S = 0,08 - 12,5$ мм/об.; $n_{шп} = 25 - 2000$ об/хв.	$\alpha = 5^0 \dots 30^0$	$P_{ген.} = 600$ Вт <u>Азотування:</u> робочий газ – азот або суміш (аргон 30 %, азот 70 %) $p_{аз.} = 5 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. $t_{аз.} = 30$ хв $U_{аз.} : -50 \dots -200$ V, або «плаваючий» $P_{ген.} = 600$ Вт, $T_{аз.} = 330$ °C

Таблиця 6.4.2. Фізико-механічні параметри поверхні оберткових пресувальних роликів після зміцнювальної обробки

Повністю регулярний мікрорельєф	Частково регулярний мікрорельєф	Іонне азотування в плазмі геліконного розряду
Повністю регулярний мікрорельєф гексагонального типу (ГОСТ 24773–81) належить до: клас – 3 елементами ввігнутої форми; група – новий мікрорельєф; вид – сітчастий; тип – шестикутний; форма – ввігнута;	Частково регулярний мікрорельєф у вигляді плоско-паралельних шліцьових заглибин; $l = 2b$ (рис.6); $h = 0,002 \dots 0,0075$ мм; $b = 0,25 \dots 0,55$ мм; $h_n = 0,0002 \dots 0,002$ мм.	Геометричні параметри – без змін; Розподіл мікротвердості: до глибини 300 мкм – 5000...4000 МПа; від 300 мкм до центру ролика – без змін.

В табл. 6.4.1 і в табл. 6.4.2 використані наступні позначення: b – ширина плоскопаралельних шліцьових заглибин, α – кут нахилу шліцьових заглибин, D – діаметр обертально-пресувального ролика, e – ексцентриситет деформувальної матриці, h – глибина шліцьових заглибин, HRC – твердість

матеріалу за Роквеллом; h_n – висота напливів після формування шліцьових заглибин, $n_{\text{подв.х}}$ – частота осциляцій матриці, $n_{\text{шп}}$ – частота обертання шпинделя, P – зусилля вдавлювання деформувальної матриці, $P_{\text{ген.}}$ – потужність генератора, $p_{\text{аз.}}$ – тиск робочого газу (суміші) в камері під час азотування, $p_{\text{очищ.}}$ – тиск робочого газу в камері під час очищення, R – радіус деформувальної матриці, R_a – середнє арифметичне відхилення профілю, S – подача, $T_{\text{аз.}}$ – максимальна температура поверхні ролика під час азотування, $t_{\text{аз.}}$ – час азотування, $t_{\text{очищ.}}$ – час очищення, $U_{\text{аз.}}$ – потенціал при азотуванні, $U_{\text{очищ.}}$ – потенціал при очищенні.

Після проведення зміцнювальних фізико-механічних процесів, в межах параметричної вибірки кожного розмірного показника, отримані варіативні значення поверхневої міцності сталевих обертових пресувальних роликів [200].

Проведені дослідження зафіксували максимальний рівень підвищення зносостійкості при поверхневого шару, який коливається в діапазоні площини, на яку нанесений частково регулярний мікрорельєф, у 24-29% від загальної площини поверхні ролика. А твердість поверхні, відповідно, підвищується, в середньому, на 30-32% [200].

Такі показники забезпечуються створенням спочатку *постійного регулярного* мікрорельєфу деформувальною матрицею з радіусом $R=0,9$ мм. За наступних параметричних умов технологічного процесу зміцнення: подача $S_1=0,09$ мм/об., зусилля вдавлювання матриці $P_1=180$ Н, частота обертання пресувального ролика $n_{p1}=120$ об/хв., частота осциляції матриці $n_{\text{подв.х}}=1400$ подв. х/хв., амплітуда осциляції $e=0,8$ мм [200].

Наступним кроком зміцнення є утворення *частково регулярного* мікрорельєфу, у вигляді плоскопаралельних шліцьових заглибин, нанесених під кутом $\alpha=15^\circ$, матрицею з радіусом деформування $R=1,8$ мм. Технологічний процес забезпечують наступні показники роботи обладнання: подача $S_2=0,09$ мм/об., зусилля вдавлювання матриці $P_2=80$ Н, частота обертання заготовки $n_{p2}=45$ об./хв. [200]

Кут $\alpha=15^{\circ}$ обраний з діапазону вибірки $5^{\circ}\dots 30^{\circ}$, як такий, що забезпечує створення необхідних і достатніх направних зусиль транспортування напівжорсткої обкладинки вздовж центральної осі фальцювально-склеювальної лінії. Експериментальні дослідження виявили, що кути нахилу шліцьових заглибин до 15° незначним чином впливають на орієнтацію обкладинки, а кути після 15° , в міру зростання, призводять до деформації зовнішнього контуру обкладинки [200].

Проведені дослідження геометричних параметрів мікрорельєфу (висоти напливів), утворених шляхом пластичного деформування поверхні обертових пресувальних валів за допомогою вдавлювання деформувальної матриці. Отримані результати, представлені на рис. 6.4.3, відтворюють залежності висоти напливів мікрорельєфів від зусиль вдавлювання матриць з фіксованими розмірами їх радіусів, де $R1 = 1,8$ мм – радіус 1-ої матриці; $R2 = 2,0$ мм – радіус 2-ої матриці; $R3 = 2,5$ мм – радіус 3-ої матриці [200].

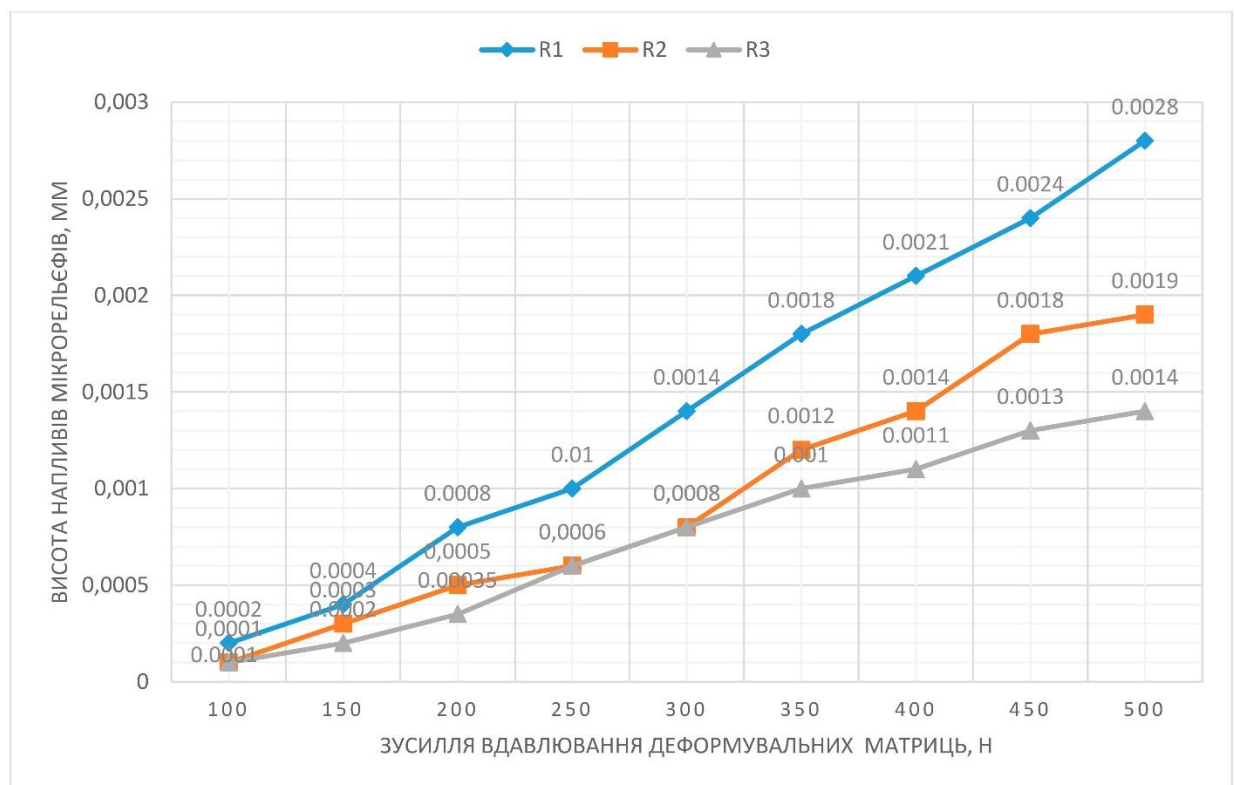


Рис. 6.4.3. Геометричні параметри мікрорельєфу

Графічні результати отриманих показників демонструють ефективне використання деформувальної матриці $R1=1,8$ мм, для утворення частково регулярного мікрорельєфу, як такої, що забезпечує поступову пропорційну зміну висоти напливів, від пропорційної зміни зусиль вдавлювання. Що, своєю чергою, сприяє формуванню довірчих розрахунків поверхневої міцності, які можуть бути використані при розробці технології виготовлення пресувальних валів, або роликів із попередньо заданими характеристиками [200].

Деформувальні матриці з радіусами $R2 = 2,0$ мм, $R3 = 2,5$ мм, не забезпечують переваг від їх використання, через *неоднорідну* дискретність утворених напливів, ущільненого при поверхневого шару матеріалу роликів, за умови *пропорційного* зростання зусиль вдавлювання [200].

Поліпшення при поверхневого шару роликів, досягається формуванням повністю регулярного мікрорельєфу та частково регулярного мікрорельєфу, з нанесеними під кутом плоскопаралельними шліцьовими заглибинами. А також, на завершальному етапі модифікування поверхневої міцності роликів, застосуванням технології іонного азотування в без водневому середовищі, в плазмі геліконного розряду [200].

Параметричний комплекс, перелічених зміцнювальних технологій, сприяє стабілізації процесу обертального пресування склеєних напівжорстких обкладинок, а також позиціюванню розгортки обкладинок, при їх послідовному операційному транспортуванні на лінії в процесі виготовлення. Що, своєю чергою, має позитивний вплив на якість і тиражну стабільність виготовленої продукції, а також на тривалість експлуатаційного ресурсу експериментальної фальцювально-склеювальної лінії [200].

Висновки до розділу 6

1.Враховуючи технологічну особливість обертального пресування крайок і клапанів напівжорстких обкладинок, які після нанесення клею, до входження

в зону пресувального контакту між притискними роликами, зберігають стан тимчасової невизначеності, з точки зору збереження прямокутної контурної геометрії після приклеювання.

2. Поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування передбачає механічне зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування.

3. Поліпшення при поверхневого шару роликів, досягається формуванням повністю регулярного мікрорельєфу та частково регулярного мікрорельєфу, з нанесеними під кутом плоскопаралельними шліцьовими заглибинами.

4. Параметричний комплекс, перелічених зміцнювальних технологій, сприяє стабілізації процесу обертального пресування склеєних напівжорстких обкладинок, а також позиціюванню розгорток обкладинок, при їх послідовному операційному транспортуванні на лінії в процесі виготовлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень розв'язано важливу науково-прикладну проблему розроблення теоретичних і практичних засад технологічного забезпечення якості книжкової продукції. При цьому отримані такі результати:

1. Обґрунтовано теоретичні та практичні основи процесів моделювання і виготовлення напівжорстких обкладинок методом висікання розгортки із паперу та картону пристроями змінної контурної геометрії, з подальшим склеюванням додаткових конструктивних деталей, у вигляді крайок і клапанів, з основою обкладинок.

2. Створено концептуальну модель оптимізації структурно-фізичних властивостей клейових з'єднань як засобу підвищення показників міцності напівжорстких обкладинок, в результаті склеювання їх конструктивних складових модифікованими полімерними клейовими композиціями, на основі полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД) та сумішей модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, сумісних з ПВАД латексами, введених в їх структуру в різних вагових пропорціях;

3. Виявлено й експериментально підтверджено вплив дискретного несення клею суцільним стрічковим і комірковим шаховим методами заповнення поверхонь склеювання, на міцність напівжорстких обкладинок, які забезпечують їх структурну однорідність і стійкість до розшарування, сприяючи мінімізації кількісного застосування клейових композицій;

4. Створено і практично підтверджено розрахункові моделі деформації Ш-подібного клейового шару корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, впливу палітурних клеїв на природні кути розкривання книжкових блоків, процесів кутового зсуву корінцевої полімерної клейової пластини, впливу товщини Ш-подібного клейового шару на зміну дотичних кутів і кутів обхвату.

5. Експериментально встановлено особливості скріплення Ш-подібної корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками та розроблено методологію розрахунку профільного нанесення клейового шару на корінцеву частину блоків, яка враховує площинну геометрію перерізу, що залежить від розмірних відмінностей півкруглих фальців зошитів з різним обсягом сторінок.

6. Розроблено вимірювальний пристрій і технологію розподіленого вимірювання міцності палітурних матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок, що сприяє визначенню мінімальних і максимальних складових вимірювання, які доцільно використовувати в розташуванні на друкарських аркушах технологічно обґрунтованих розкладок розгорток обкладинок. Перегинання яких в процесі читацького використання більш сприятливе за тривалістю в поздовжньому, для розташування волокон, напрямку.

7. Розроблено та реалізовано ресурсощадний технологічний процес виготовлення інноваційних ергономічних напівжорстких обкладинок з розрахованою контурною і структурною побудовою, що передбачає жорсткі допуски відхилення від прямокутної площинної геометрії, а в місцях стиків крайок і клапанів відсутність напусків однієї їх частини на інші;

8. Розроблено методику порівняльного оцінювання факторів впливу технологічних процесів виготовлення книжкової продукції в напівжорстких обкладинках, для визначення основних руйнівних чинників, способів їх мінімізації, або значного усунення, які показують фізико-механічні властивості і структуру контактувальних матеріалів – паперів, картонів і клейових полімерних композицій.

9. Розроблено математичну модель для визначення впливу товщини Ш-подібних клейових шарів на міцність скріплення корінцевої частини книжкових блоків зшитих нитками, яка враховує геометричну побудову клейової пластини й розраховану площу її перерізу, що сприяє мінімальним тиражним витратам клейових полімерних композицій під час здійснення технологічного процесу окантовування книжкових блоків.

10. Розроблено та реалізовано методику розрахунку необхідної і достатньої кількості клею для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, а також автономну програму автоматизації обрахунку витрат клею при окантовуванні корінцевої частини книжкових блоків, зшитих нитками для ОС Windows.

11. Досліджено етапи деформації корінцевої полімерної клейової пластини книжкових блоків зшитих нитками, при визначеній розмірній зміні товщини клейового шару, які відтворені на порівняльному експериментальному прикладі дискретного перегинання двох пластин з різною товщиною клейового шару, що окантовують фальцьовані зошити однакової каліброваної товщини у двох тотожних блоках.

12. Для експериментальних досліджень та виробничого застосування спроектована модульно-секційна фальцювально-склеювальна лінія виготовлення ресурсоощадних напівжорстких обкладинок, з визначальними, для забезпечення якісного виготовлення обкладинок, механізмами гвинтового фальцювання і ролико-валкової групи, що здійснює обертальне пресування склеєних деталей обкладинок, з одночасним їх координованим транспортуванням.

13. Результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень впроваджено у виробництво Державного видавництва «Преса України» та БМД НБУ, на основі чого, Державному видавництву «Преса України» надані «Норми витрат клею при окантовуванні книжкових блоків зшитих нитками на лінії «Kolbus KM-600», застосування яких сприяє скороченню витратної складової на 12-14% для полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД), і на 10-12% для термоклеїв Technomelt Q3660 і ВАН 776 (Німеччина), в порівнянні з державними нормативними показниками, що в поточний період застосовуються у книжковому виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко, В. П. Исследование качества клеевого бесшвейного скрепления / В. П. Авраменко, Э. Э. Галеева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6/4 (54). – С. 86–90.
2. Андрущенко, В. В. 2009. Вивчення надійності нитко-швейної машини БНШ-6А, Технологія і Техніка друкарства 3: с. 52 - 57.
3. Безродна С. М. Управління якістю / С. М. Безродна ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Чернівці : ПБКФ "Технодрук", 2017. – 174 с.
<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/34024>
4. Бондаренко С. М. Оцінка рівня якості продукції на підприємстві/С. М. Бондаренко, А. Ю. Леус// Вид-во ТОВ «ДКС-центр», - Ефективна економіка № 4, 2017.
5. Борисова В.И., Черная И.В. Клеи для брошюровочно-переплетных процессов: . М.: МГУП, 2001.
6. Булах Т. Система критеріїв оцінювання якості книжкової продукції / Т. Булах // Вісник Книжкової палати. - 2013. - № 8. - С. 3-7. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vkp_2013_8_2
7. Вакуліч Д. Дослідження паперів та картонів, призначених для виготовлення видань для незрячих / Д. Вакуліч, Н. Цуца // Квалілогія книги: Збірник наукових праць. — 2007. — С. 67—72.
8. Валуєнко Б.В. Архітектура книги.-К.: ,Мистецтво,1976.
9. Васілевський О. М. В19 Нормування показників надійності технічних засобів/ О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
10. Воробьев Д.В. Технология послепечатных процессов. – М.: МГУП. – 2007. – 393 с.
11. Воробьев, Д. В. Технология брошюровочно-переплетных процессов:/ Д. В. Воробьев, И. А. Дубасов, Ю. М. Лебедев. – М.: Книга, 1989. – 392 с.

12. Гавенко С. Ф., Рудник Л. В. Оптимізація процесу склеювання корінця книжкового блока // Поліграфія і видавнича справа. – Львів, 2001. – №37. – С. 129-132.

13. Гавенко С. Процеси склеювання корінця книжкового блока: технологія і механізм // Друкарство. – 2002. – № 3(44). – С. 44-45.

14. Гавенко С. Ф. Товарознавчі аспекти керування якістю книжкової продукції//С. Ф. Гавенко// Зб. наук. праць «Поліграфія і видавнича справа». – 2006. - №2(44). – с. 14-19.

15. Гавенко, С. Ф. Квалілогічні аспекти оцінювання якості друкованої книги / С. Ф. Гавенко // Скориновские чтения 2017: книга в медийном пространстве: к 500-летию белорусского книгопечатания : материалы III Международного форума, 6-7 сентября 2017 / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный технологический университет, Факультет принттехнологий и медиакоммуникаций ; [оргком.: И. В. Войтов (сопред.), И. В. Луцкий, М. Г. Борозна и др. ; под ред. В. И. Куликовича]. - Минск : БГТУ, 2017. - С. 231-233

<https://elib.belstu.by/handle/123456789/22439>

16. Гавенко С. Ф. Інтегральний прогноз якості книжкових видань / С. Ф. Гавенко, В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська // Наукові записки [Української академії друкарства]. - 2012. - № 1. - С. 144-148. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_2012_1_22

17. Гавенко С.Ф.Дослідження факторів впливу на кути розкривання книжкових блоків,/ Гавенко С.Ф., Логазяк І.Ю.,Туряб Л.В// Технологія і техніка друкарства. Київ:НТУУ КПІ ім.. І.Сікорського 2012. - Вип. 1. - С. 67–73.

18. Гавенко С., Кулік Л., Мартинюк М. Конструкція книги. – Львів: Фенікс, 1999. – 136 с

19. Гавенко С. Ф. Кинетика пошкодження і руйнування клейових з'єднань при експлуатації / С.Ф. Гавенко //Поліграф. і вид. справа.- 2012, №3. С.91-96.

20. Гавенко С. Ф. Технологія позошитного скріплення нитками книжкових блоків / С. Ф. Гавенко, І. Ю. Логозяк. Львів: УАД, 2012. 168 с.
21. Гавенко С. Ф. Технологія та обладнання для мікрохвильового висушування книжкових блоків / С. Ф. Гавенко, Г. М. Йордан. Львів: УАД, 2012. 144 с.
22. Гавенко С. Ф. Технологія окантовування корінців книжкових блоків / С. Ф. Гавенко, Л. Й. Кулик, Г. М. Йордан. Львів: УАД. 2018. 92 с.
23. Гавенко С.Ф. Моделювання і кваліметричний аналіз конструкції книжкового видання. - Львів: УАД. - 1997. - 7 с. / Деп. в ДНТБ України 16.07.97, 487. - Ук97 // Анот. в РЖ “Издательское дело и полиграфии”. - 1998. - №2. - С. 6.
24. Гавенко С.Ф. Методологія комплексної оцінки якості книжкових видань. - Львів: УАД. - 1997. - 6 с. / Деп. в ДНТБ України 16.09.97 р., №486. - Ук97 // Анот. в РЖ “Издательское дело и полиграфия”. - 1998. - №2. - С. 6.
25. Гавенко С.Ф. Прогнозування довговічності клейових з'єднань в книжково-журнальних виданнях. - Львів: УАД. - 1997. - 9 с. / Деп. в ДНТБ України 16.02.97р., 483. - Ук97 // Анот. в РЖ “Издательское дело и полиграфия”. - 1998. - №2. - С. 6.
26. Гавенко С.Ф., Кулік Л.Й. Дослідження міцності безшвейного скріплення книжкових блоків з використанням термоклеїв. - Львів: УАД. - 1997. - 6 с. /Деп. в ДНТБ України 16.02.97р., №485. - Ук97 // Анот. в РЖ “Издательское дело и полиграфия”. - 1998. - №2. - С. 6.
27. Гавенко С. Системні дослідження якості книжкових видань // Вісник книжкової палати. - 1998. - №5 (23). - С. 14-15.
28. Гавенко С.Ф., Онищенко Т.И. Оценка качества переплетных крышек // Полиграфическая промышленность. - М.: НИЦ “Информпечать”. - 1994. - Вып. 5. - С. 15-19.
29. Гавенко С.Ф., Конюхова И.И., Огирко И В. Контроль процесса изготовления переплетных крышек с помощью кусум-метода //

Полиграфическая промышленность. - М.: НИЦ "Информпечать". - 1995. - Вып. 3. - С. 28-31.

30. Гавенко С.Ф., Конюхова И.И., Маик В.З. Оценка качества переплетных крышек (квалилогические аспекты) // Полиграфическая промышленность. - М.: НИЦ "Информпечать". - 1995. - Вып. 6. - С. 20-24.

31. Гавенко, С. Ф .; Кулик, Л. І. 2000. Дослідження технологічних властивостей ниток для кріплення книжкових блоків та оцінка їх якості, Українська академія друкарства. Львів, Наукові праці 2: с. 52–55 .

32. Гавенко С. Методи визначення експлуатаційних показників книжкових видань // Друкарський кур'єр. - 2000. - № 2. - С. 22.

33. Гавенко С. Ергодизайн і оцінка якості книжкових видань // Генеза-експерт. - Львів. - 1996. - № 4. - С. 40-42.

34. Гавенко С. Моделювання процесу виробництва і контролю книжкової продукції // Комп'ютерні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи. Друкотехн-96. - Львів. - 1996. - С. 77-78.

35. Гавенко С. Актуальність і перспективи розвитку квалілогії книги // Квалілогія книги. - Львів: УАД. - 1998. - С. 12-14.

36. Глотова Г. Товарна політика у сфері видавничо-книготорговельного бізнесу / Галина Глотова // Вісник Книжкової палати. — 2004. — № 9. — С. 15—19.

37. Голубник Т. С., Сеньківський В. М. Синтез моделей факторів прогнозування якості формування монтажного спуску книжкових видань. Поліграфія і видавнича справа [Української академії друкарства]. 2014. № 1-2 (65–66). С. 56–62.

38. Голубник Т. С. Способ определения величины сдвига страниц набора при комплектовании вкладкой / Т. С. Голубник, О. В. Ющик // Natural and technical Sciences. №15 — Budapest — 2013. — С. 120–122.

39. ГОСТ 30435-96 Определение жесткости при изгибе статическими методами. Бумага и картон. Межгосударственный стандарт. -Минск, 2001.

40. Грозний І. С. Оцінка якості на основі кваліметричного підходу Научний вестник ДГМА. – 2015. – № 2 (17Е). – С. 211-217.

41. Громыко, И. Г. Влияние структуры материалов на формирование адгезионного шва и когезионной прочности клеевого слоя в корешке блока / И. Г. Громыко, И. В. Марченко // Труды БГТУ. Серия 4, Принт- и медиатехнологии. – Минск: БГТУ, 2018. - № 1 (207). – С. 14-19.

42. Завдання і методи кваліметрії - ua-referat.com.

43. Джон Эндрюс Арнетт/ Biblioregia или Искусство переплетного дела во всех его ветвях/. 2019.

<https://doi.org/10.4324/9780429030420-1>

44. ДСТУ 3003:2006. Технологія поліграфічних процесів. Терміни та визначення понять. [чинний від 2008-11-01]. — Режим доступу: <http://www.chytomo.com/> — Назва з екрана.

45. ДСТУ 3008—95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. — [Чинний від 1996-01-01]. Режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/180311/17115/>. — Загл. с экрана.

46. Дурняк Б. В. Методи побудови моделей для оцінки поліграфічних видань / Б.В. Дурняк, О.М. Назаренко // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. — К.: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2010. — Вип. 58. — С. 275-282.

<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/21987>

47. Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Піх І. В. Інформаційні технології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (методологія вирішення проблеми). Технологічні комплекси. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. № 1 (9). С. 21–24.

48. Зубко Н. До визначення поняття "якість книги": начерк / Н. Зубко, А. Судин// — С. 9—10. — Режим доступу: <http://knyhobachennia.com/?category=2&article=288>. — Назва з екрана.

49. Інструкція з планування, обліку, калькулювання собівартості видавничої і поліграфічної продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №14 від 31.01.2004).

50. Інформаційні технології формування якості книжкових видань : монографія / Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Львів: Українська академія друкарства, 2017. 308 с.

51. Йордан, Г. М. Дослідження процесу висушування при незшивному клейовому скріпленні [Текст] / Г. М. Йордан // Квалілогія книги. – 2007. – Вип. 1 (11). – С. 66–69.

52. Казак К. О. Господарсько-правове забезпечення видавничої діяльності в Україні : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.04 / К. О. Казак ; кер. роботи Н. В. Барактян ; Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого. – Харків, 2016. – 20 с.

<http://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/11487>

53. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. - М.:МГУП, 2003. 800 с.

54. Киричок П. О. Експлуатаційні дослідження показників кутового зсуву клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №3 (61). – с. 28-38.

55. Киричок П. О. Конструктивні особливості побудови пристроїв і штампів для виготовлення розгорток напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №1 (63). – с. 4-18.

56. Киричок П. О. Експлуатаційні властивості клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками /П. О. Киричок, О. О. Палюх//Матеріали Х Міжнар. наук-практ. конф. «Квалілогія книги» (Львів, 12 вересня 2019 р.). – Львів: УАД, 2019. – с.

57. Киричок П. О. Конструктивні особливості побудови штампів для висікання розгорток книжкових обкладинок /Киричок П. О. Палюх О. О.//

Матеріали IX Міжнар. наук-техн. конф. «Прогресивні технології в машинобудуванні» (Львів, 03-07 лютого 2020 р.). – Львів: Львівська політехніка, 2020. – с.

58. Киричок П. О. Експериментальне визначення показників міцності окремих зразків палітурних матеріалів для виготовлення інтегральних обкладинок /Киричок П. О., Палюх О. О.// Поліграфічні, мультимедійні та web-технології (PMW–2018). Матеріали III Міжн. наук. -техн. конф. (17–19 жовтня 2018 р.). — Львів: Українська академія друкарства, 2018. — с. 102-105.

59. Киричок П. О. Конструктивні особливості створення ергономічних і ресурсозберігаючих видів книжково-журнальних обкладинок/ П.О. Киричок, О.О. Палюх //Матеріали IX Міжнародної наук.-практ. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 14 - 16 травня 2019 р.)

60. Киричок П. О. Розрахунок товщини Ш-подібної клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками /П. О. Киричок, О. О. Палюх// Матеріали X Міжнародної наук.-практ. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 29-30 квітня 2020 р.). – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – с. 259-261.

61. Киричок П. О. Дослідження впливу кутового зсуву клейового шару на міцність корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками. /П. О. Киричок, О. О. Палюх //Матеріали IV Міжнародної наук.-техн. конф. «Поліграфічні, мультимедійні та WEB-технології» (Харків, 14-17 мая 2019). – Харків: ХНУРЭ, 2019.

62. Киричок Т. Ю. Методологія комплексного оцінювання рівня якості продукції / Т. Ю. Киричок // Технологія і техніка друкарства : збірник наукових праць. – 2013. – Вип. 1(39). – С. 4–17.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/5719>

63. Киричок П. О. Конструктивні особливості побудови пристроїв і штампів для виготовлення розгорток напівжорстких книжково-журнальних

обкладинок /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №1 (63). – с. 4-18.

64. Клименко Л. П. Метрологія, стандартизація та управління якістю/ Л. П. Клименко, Л. В. Пізінцалі, Н. І. Александровська, В. Д. Євдокимов – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011.

65. Книш О. Б. Експериментальні дослідження крутних моментів під час обробки корінців книжкових блоків дисковими ножами. Поліграфія і видавнича справа. 2016. № 2. С. 123–129.

66. Книш О. Б. Технологія обробки корінця книжкового блока при незшивному клейовому скріпленні. Технологічні комплекси. 2013. № 2 (8). С. 95–99.

67. Коломієць А. Б. Експериментальні дослідження процесу різання книжкових блоків дискретно-дотичним способом. Поліграфія і видавнича спр.

68. Корнилов И. К. Контроль качества и новые конструкции книжных блоков. М.: Изд-во МГУП, 1998. 140 с.

69. Корнилов И.К. Разработка конструкции клеевого соединения листов книжного блока при бесшвейном скреплении: Дис. на соиск. учен, степ. канд. техн. наук / Моск. полигр. ин-т. М., 1983. - 242с.

70. КУАН-НЕНГ ЧЕН /Склеивание полимеров. Энциклопедия упаковочных материалов, процессы и механика/. 2019

https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001

71. Кудряшова А. В. Синтез моделі пріоритетного впливу факторів проектування післядрукарських процесів. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2019. № 1 (58). С. 48–54.

72. В Кузовлева, Е. Д. Оценка прочности клеевых соединений в полиграфических изданиях/ В Кузовлева, Е. Д. Поваляева, В.Ю. Кузовлев// Известия ТулГУ. Технические науки. 2017, вып. 7.

73. Кулик Л.Й. Удосконалення технології окантування корінців книжкових блоків при незшивному клейовому скріпленні: Автореф. дис.канд. техн.. наук.05.05.01.Українська академія друкарства.-Львів, 2002

74. Кулік Л.Й. Шляхи підвищення якості книг НКС //Квалілогія книги. – Львів: НВП Мета, 2000. –Вип.3. – С. 150 – 152.
75. Курицына В.В. Направленное поверхностно-пластическое деформирование в системе управления формой прецизионных деталей пневмогидроагрегатов/ Курицына В.В., Мартынюк А.В., Грачев М.В.// Научные записки МГТУ «МАМИ» Технология машиностроения и материалы №2(20), 2014, т.2.
76. Кутовий Л. В. Опір матеріалів / Л. В. Кутовий, Т. П. Зінченко, В. А. Овчаренко. Краматорськ. 2007. Ч. 1. ДДМА. 196 с.
77. Кривошей В.Н., Крахмальний клей для гофрокартона/ Кривошей В.Н., Примакова Л.А.// Тара и упаковка. - 2002. - №1. - С.68-69.
78. Лазаренко Е. Т. Поліграфічні матеріали,/Жидецький Ю. Ц., Лазаренко Е. Т. Лотошинська Н. Д.//Афіша – Львів, 2000.
79. Либау, Д. Промышленное брошюровочно-переплетное производство / Д. Либау, И. Хайнце пер. с нем. Ч. 1. – М.: МГУП, 2007. – 422 с.
80. Либау, Д. Промышленное брошюровочно-переплетное производство / Д. Либау, И. Хайнце пер. с нем. Ч. 2. – М.: МГУП, 2007. – 470 с.
81. Н. В. Лихобабина Упрочнение поверхностей алмазным выглаживанием / Н. В. Лихобабина, А. А. Королев// Научный Вестник СГТУ, 2008, 1 том 1.
82. Маїк В. З. Технологія брошурувально-палітурних процесів: За заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Лазаренка Е. Т. Львів : Укр. акад. друкарства, 2011. 488 с.
83. Маїк В. З. Визначення коефіцієнтів вагомості показників якості палітурок типу 5. Поліграфія і видавнича справа. 1997. №3. С. 43-45.
84. Мартинюк М. С. Дослідження технологічних та експлуатаційних властивостей палітурних матеріалів // Наукові записки. – Львів: УАД, 1998. – Вип. 1. – С. 40-42.

85. Мартинюк М. Оптимізація процесу розкрою покривного матеріалу для палітурок методом математичного програмування // Поліграфія і видавнича справа. – 1999. – № 35. – С. 170-172.

86. Марченко И. В. Исследование проявлений структурной неоднородности бумаги при прессовании книжных полуфабрикатов и книг/ Марченко И. В., Долгова Т. А.// Труды БГТУ, серия 4, Принт и медиатехнологии, 2010, с. 31-35.

87. Марченко И. В., Старченко О. П. Исследование прочности скрепления листов в корешке книжного блока при использовании PUR-клея // Труды БГТУ. 2013. № 8: Издат. дело и полиграфия. С. 34–38.

<https://elib.belstu.by/handle/123456789/6227>.

88. Миронович, А. Оборудование для клеевого бесшвейного скрепления от европейских производителей [Текст] / А. Миронович // КомпьюАрт. – 2008. – № 7. – С. 47–51.

89. Михайлова О. Ю. Актуальні проблеми ринку книжкової продукції в Україні в контексті завдань гуманітарної політики [Електронний ресурс] / Михайлова О. Ю. – Текст. дані. – Режим доступу:

<https://niss.gov.ua/doslidzhennya/analitichni-materiali/gumanitarni-yrozvitok/aktualni-problemi-rinku-knizhkovoi>

90. Нормативи відходів паперу на брошувально-палітурних процесах з виготовлення книжково-журнальної та образотворчої продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №63 від 31.03.2003)

91. Нормативи відходів під час розрізання рулонного паперу і картону на аркуші (Наказ Держкомтелерадіо України №257 від 02.09.2004).

92. Норми витрат палітурних матеріалів на процесах виготовлення палітурок (Наказ Держкомтелерадіо України №2 від 12.01.2004)

93. Норми витрат та нормативи відходів палітурного картону (Наказ Держкомтелерадіо України №2 від 12.01.2004)

94. Норми витрат капталу, марлі, нетканого матеріалу, ниток, дроту на виготовлення книжково-журнальної продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №33 від 18.02.2005)

95. Норми витрат клею на виготовлення книжкової продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №33 від 18.02.2005)

96. Норми витрат матеріалів на процеси оздоблення поліграфічної продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №33 від 18.02.2005)

97. Одинокова, Е. В. Проектирование полиграфических машин / Е. В. Одинокова, Г. Б. Куликов, И. Ш. Герценштейн. - М. : МГУП, 2003. - 410 с. : ил. - 1000 экз. - ISBN 5-8122-0307-5, eLIBRARY ID: [19621054](#)

98. Осипов Д. С. Методика кваліметричної оцінки і аналізу виробничих процесів / Д. С. Осипов, И. А. Михайловский, И. Г. Гунн // Век качества. – 2011. – № 3. – С. 36–38.

99. Отений Я.Н. Особенности формирования глубины упрочнения при обработке деталей поверхностным пластическим деформированием/Отений Я. Н., Привалов Н. И., Щеголев Н. Г., Муравьев О. П., Ткачева Ю. О.// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-3. – С. 452-455;

URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10860>

100. Палюх О. О. Дослідження міцності книжкових блоків з різною довжиною корінцевої частини та змінних обсягів сторінок однакового формату /О. О. Палюх// Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №1 (55). – с. 21-29.

101. Палюх О.О. Дослідження клеючої здатності окремих видів клеїв для виготовлення книжкових оправ із палітурних матеріалів з різними технологічними властивостями /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №3 (57). – с. 43-52.

102. Палюх О.О. Експериментальне визначення міцності склеєних зразків паперу і картону для виготовлення книжково-журнальних обкладинок і

палітурок різних конструкцій /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №4 (58). – с. 11-24.

103. Палюх О. О. Експериментальне визначення впливу палітурних клеїв на утворення природних кутів розкривання книжкових блоків /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №1 (59). – с. 37-47.

104. Палюх О. О. Експериментальне визначення технологічних особливостей виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №2 (60). – с. 22-32.

105. Палюх О.О. Дослідження конструктивних відмінностей окремих видів напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №4 (62). – с. 48-59.

106. Палюх О. О. Дослідження впливу дискретного нанесення клею на міцність півжорстких книжково-журнальних обкладинок/О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №3 (65). – с. 25-42.

107. Палюх О. О. Виявлення впливу модифікованих клейових композицій на механічні властивості напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №4 (66). – с. 16-30.

108. Палюх О. О. Дослідження впливу товщини клейового шару на площину дельтоподібних ділянок корінцевої частини книжкових блоків /О. О. Палюх// Зб. наук. праць «Поліграфія і видавнича справа». – 2020. - №1(79). – с. 89-102.

109. Палюх О. О. Удосконалення технології окантування книжкових блоків зшитих нитками /О. О. Палюх, Є. А. Дзядик// Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2020. - №1-2 (67-68). – с. 14-28..

110. Палюх О. О. Розробка та дослідження транспортно-подаючих систем циклових поліграфічних машин /О. О. Палюх//Матеріали Міжнародної

науково-практичної конференції "Квалілогія книги" (Львів, 1996). – Львів: УАД, 1996. – с.

111. Палюх О. О. Синтез законів періодичного руху зблокованих кулачкових механізмів/О. О. Палюх//Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва» (Київ, 1998)

112. Палюх О. О. Особливості синтезу багатопозиційних обертових транспортуючих пристроїв поліграфічних машин/О. О. Палюх//Матеріали 1-ї Міжнар. конф. "Технологія і техніка друкарства "ДРУК –2004" (Київ, 2004).

113. Палюх А. А. Конструктивные особенности штампов для высекания интегральных обложек одного формата и переменной ширине корешка. /А. А. Палюх, П. А. Киричок//Принттехнологии и медиакоммуникации: материалы 84-й науч.-техн. конференции БГТУ (с международным участием), (Минск, 3-14 февраля 2020 г.). – Минск : БГТУ, 2020. – С. 67-69.

114. Патент (на винахід) UA 119418 України B42D 3/00. Пристрій для висікання розгорток із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок одного книжкового формату/Киричок П.О., Палюх О. О./ Заявл.16.05.2018; Опубл.10.06.2019. – Бюл. №11.

115. Патент (на винахід) UA 121187 України B42D 3/00. Пристрій для визначення опору продавлювання картону або картону хромерзацу /Киричок П.О., Палюх О. О./ Заявл. 26.09.2019; Опубл.10.04.2020. – Бюл. №7.

116. Патент (корисна модель) UA 134723 України B42D 3/00. Напівжорстка книжково-журнальна обкладинка для криття блоків, підібраних позошитно і прошитих нитками, окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 16.05.2018; Опубл. 10.06.2019. Бюл. № 1.

117. Патент (корисна модель) UA 137378 України B42D 3/00. Книжково-журнальна обкладинка для покриття блоків підібраних позошитно прошитих нитками окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 28.08.2018; Опубл. 25.10.2019. Бюл. № 20.

118. Пат. 24581А України, МПК 6В 42С 5/00. Спосіб окантування корінця книжкових блоків / Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й., Мартинюк М. С., Конюхова І. І. – Заявл. 23.06.97; Опубл. 30.10.98. – Бюл. №5.

119. Пат. 25601А України, МПК 6В 42D 3/00. Конструкція книжково-журнальної обкладинки і спосіб її виготовлення / Мартинюк М. С., Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й. – Заявл. 14.04.98; Опубл. 25.12.98. – Бюл. № 6.

120. Пат. 91166 U України, В42D3/00 Захисна обкладинка/Васильєв О.В, Васильєва О.В./ Заявл.13.01.2014; Опубл.25.06.2014. – Бюлю№12

121. Пат. 32803 А України, В42D 3/00 Конструкція книжково-журнальної обкладинки і спосіб її виготовлення / Мартинюк М. С., Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й./ – Заявл. 28.04.98; Опубл. 15.02.2001. – Бюл. № 1.

122. Пат. 57601 України МПК В26 F1/38, В31В1Пристрій для виготовлення розгорток картонних упаковок/ Полюдов О. М., Регей І. І., Угрин Я. М./ Заявл.15.11.2000; Опубл. 16.06.2003, бюл. № 6.

123. Пат №63710 України, МПК В26F 1/38, В31В 1/14 Пристрій для виготовлення розгорток картонних пакувань/ Босак В. О., Регей І. І., Сенкус В. Т., Чехман Я. І./ Заявл.02.06.2003; Опубл. 15.11.2005, бюл. № 11.

124. Пат. №76359 України МПК В31В 1/14, В26F 1/38 Пристрій для виготовлення розгорток картонного пакування / Полюдов О. М., Регей І. І./ Заявл.14.12.2004; Опубл. 17.07.2006, бюл. № 7.

125. Пат.37279 С2 України В31В 1/16 Пристрій для виготовлення розгорток картонних упаковок /Полюдов О.М.,Регей І.І.,Угрін Я.М.,Хведчин Ю.Й.,Главацький А.С./ Заявл.03.02.1998; Опубл.15.05.2001. – Бюл.№4

126. Пат.58934 А України В31В 1/16 Пристрій для виготовлення розгорток картонних пакувань /Угрін Я.М.,Полюдов О.М.Регей І.І./ Заявл.26.11.2002; Опубл.15.08.2003. – Бюл.№8

127. Пат.119418 С2 України В42D 3/00 Пристрій для висікання розгорток із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок одного книжкового формату / Киричок П.О, Палюх О.О./ Заявл.16.05.2018; Опубл.10.06.2019. – Бюл.№11.

128. Пат.134723 України В42D 3/00 Напівжорстка книжково-журнальна обкладинка для криття блоків, підібраних позошитно і прошитих нитками, окантованих і обрізаних з трьох сторін /Киричок П.О., Палюх О.О./ Заявл.16.05.2018; Опубл.10.06.2019. – Бюл.№11

129. Пат. 23330 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція /Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й., Конюхова І. І./ – Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. – Бюл. №4

130. Пат. 23331 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція /Конюхова І. І., Гавенко С. Ф., Оніщенко Т. І./ – Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. – Бюл. №4

131. Пат. 23329 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція /Гавенко С. Ф., Конюхова І. І., Федорова В. О., Ткачук В. О./ – Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. – Бюл. №4

132. Пат. 76065 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція на основі полівінілового спирту/Одуха М. А., Ющенко О. А., Величко О. М. / – Заявл. 25.01.2005; Опубл. 15.06.2006. – Бюл. №6

133. Пат. 28844 У України, МПК С09J 103/00. Клей розплав для склеювання паперу, картону, гофрокартону / Мандзюк І. А., Іванішена Т. В./ - Заявл. 30.07.2007; Опубл. 25.12.2007. – Бюл. №21.

134. Пат. 56521 А. Україна. МПК 7С09J 103/00 Клейова композиція для склеювання деревинних виробів, паперу і картону: /П.П. Третьяк, І.І. Герасименко, В.П. Яковенко/ Заявл.08.07.2002; Опубл.15.05.2003, Бюл. №5.

135. Пат.77424 У України, МПК С09J 129/00, С07С 57/00, С09J 4/02. Клейова композиція/Авраменко В. Л., Близнюк О. В., Григоренко О. В., Мішуров Д. О./ - Заявл. 15.08.2005; Опубл. 15.12.2006. – Бюл. № 12.

136. Пат. 63720 Україна, МКВ В 42 D 1/06. Спосіб підготовки корінця книжкового блока до нанесення клею і пристрій для його реалізації. Полюдов А. Н., Книш О. Б., Вінярський С. К., Петріашвілі Г. Г. – № 2003065099; Заявл. 03.06.2003. Опубл. 15.01.2004. Бюл. №1. – 3 с.

137. Петриашвили Г. Г. Влияние угла раскрытия книжного блока на результат оценки прочности клеевого соединения методом pull test / Г. Г. Петриашвили // Квалілогія книги: зб. наук. пр. Львів: УАД, 2007. Вип. 2. С. 89–93.

138. Петриашвили Г. Г. Математическая модель напряженно-деформированного состояния клеевого соединения книжного блока / Г. Г. Петриашвили // Поліграфія і видавнича справа: зб. наук. пр. Л.: УАД, 2007. Вип. 1(45). С. 181–185.

139. Петриашвили Г. Г. Расчет напряжений, возникающих в межлистовой зоне клеевого соединения книжного блока / Г. Г. Петриашвили // Зб. наук. пр. (ІПМЕ НАН України). – К., 2007. – Вип. 38. – С. 178–183.

140. Петриашвили Г. Г. Анализ напряженного состояния возникающего в межлистовой зоне клеевого соединения книжного блока / Г. Г. Петриашвили // Зб. наук. пр. (ІПМЕ НАН України). – К., 2007. – Вип. 39. – С. 171–175.

141. Петриашвили Г. Г. Описание компонент конструкций книжно-журнальных изданий с изменяемым информационным содержанием / Г. Г. Петриашвили // Зб. наук. пр. (ІПМЕ НАН України). – К., 2007. – С. – Вип. 40. 178–184.

142. Петриашвили Г. Г. Аналитические исследования прочности клеевого слоя корешка книжного блока / Г. Г. Петриашвили // Наукові записки : зб. наук. пр. – Л. : УАД, 2007. – Вип. 2(12). – С. 147–51.

143. Петриашвили Г. Г. Инженерный расчет прочности клеевого соединения книг / Г. Г. Петриашвили // Зб. наук. пр. «Квалілогія книги». – Л. : УАД, 2007. – Вип. 1(11). – С. 114–118.

144. Піх І. В. Методологічні основи інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 /І. В. Піх//, Укр. акад. друкарства.– Львів : [б.в.], 2018.– 44 с.

145. Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Інформаційні технології формування якості книжкових видань. Монографія. – Львів : Українська академія друкарства, 2017. 308 с.
146. Піх І. В., Сеньківський В. М., Андріїв Р. Р. Проектування та розрахунок альтернативних варіантів реалізації технологічних процесів. Технологія і техніка друкарства. 2015. № 2 (48). С. 55–62.
147. Піх І. В. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 4. Прогнозування та забезпечення якості засобами нечіткої логіки) / І. В. Піх, В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська, І. В. Калиній // Наукові записки [Української академії друкарства]. - 2017. - № 1. - С. 22–30. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_2017_1_4
148. Полюдов О. М., Книш О. Б. Сучасні тенденції удосконалення засобів та пристроїв обробки корінця книжкового блока при незшивному клейовому скріпленні. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. № 3 (48). С. 63–68.
149. Производственные линии SPO 1600, 2000 для печатания и высекания упаковок из гофрированного и комбинированного картона. Проспект фирмы БОБСТ, Лозанна, №8701.
150. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация/ Радкевич Я. М., Схиртладзе А. Г., Лактионов Б. И.//2006, 2-е изд. доп. — М.: Высшая школа, 2006. — 800 с.
151. А. Рудавская / Технология склеивания. Обработка поверхности в технологии склеивания/. 2019, стр. 7-46
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3>
152. Сеньківська Н. Є. Моделі системи керування якістю книжкової продукції / Н. Є. Сеньківська, С. Ф. Гавенко, Л. Й. Кулік // Квалілогія книги. - 2010. - № 2. - С. 102-104. - Режим доступу:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2010_2_20.
153. Сеньківський В. М., Петрів Ю. І. Модель факторів якості комплектування малооб'ємних книжкових блоків у вкладально-швейно-

різальних агрегатах. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2013. № 3 (44). С. 88–95.

154. Сеньківський В. М. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 3. Проектування альтернативних варіантів) / Сеньківський В. М., Піх І. В., Петяк Ю. Ф., Калиній І. В. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2016. № 2 (53). С. 47–56.

155. Серeda Р. І. Аналіз інформаційних складових книжкових видань та інших товарів / Р. І. Серeda, Г. Г. Петріашвілі // Зб. наук. пр. (ІПМЕ НАН) України. – Вип.41. – К., 2007. – С. 31–39.

156. Сергеев, Е. Ю. Технология производства печатных и электронных средств информации / Е. Ю. Сергеев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 221 с. — ISBN 978-5-534-10856-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].

URL: <https://urait.ru/bcode/431687> (дата обращения: 07.10.2020);

157. Серова, В. Н. Кинетика сушки и качество скрепления переплетных материалов с помощью желатинового клея и поливинилацетатной дисперсии [Текст] / В. Н. Серова, В. С. Нагорная // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — С. 83–86. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kinetika-sushki-i-kachestvo-skrepleniya-perepletnyhmaterialov-s-pomoschyu-zhelatinovogo-kleya-i-polivinilatsetatnoy-dispersii>

158. Сосновский Л. Концепции поврежденности материалов /Л. Сосновский, С. Щербаков// Вестник ТНТУ. – 2011. – Спецвыпуск – часть 1. – С. 14-23.

159. СОУ 22.2-02477019-07:2007 “Поліграфія. Підручники і навчальні посібники для середніх загальноосвітніх навчальних закладів. Загальні технічні вимоги” (Наказ Держкомтелерадіо України №249 від 27.06.2007)

160. СОУ 22.2-02477019-15:2010 “Обкладинки та палітурки. Типи”.(Наказ Держкомтелерадіо України №272 від 13.10.2010)

161. СОУ 22.2-02477019-14:2009 “Видання книжкові. Технічні умови” (Наказ Держкомтелерадіо України №296 від 27.08.2009).

162. СОУ 22.2-02477019-09:2007 «Видання. Видавниче оформлення і поліграфічне виконання. Номенклатура показників якості» /Держкомтелерадіо України-Київ,2007.

163. О. П. Старченко Влияние неоднородности структуры поверхностей материалов на качество склеивания в технологии послепечатных процессов /О. П. Старченко, И. В. Марченко// Технологія і техніка друкарства. Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2016. Вип. 3(53). С.26-34.

DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(53\).2016.73162](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(53).2016.73162)

164. Старченко О. П., Марченко И. В. Оценка эффективности использования PURклея при бесшвейном способе скрепления зданий. Труды БГТУ. 2013. № 8. С. 59–62. URL: <http://elib.belstu.by/handle/123456789/6237>.

165. Сухорукова О. Світове книговидання: уроки для України / О. Сухорукова // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. - 2016. - № 3. - С. 47–58. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/uazt_2016_3_6.

166. Лариса Татарінова Деякі тенденції розвитку книгодрукування у провідних країнах світу/Лариса Татарінова//Книжкова палата України. Українська асоціація видавців та книго розповсюджувачів.- 30.01.2020.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7950-7773>.

167. Толканова Н. Л., Посаднова С. Н., Хорошило Н. В./Клей для гофрокартону// Упаковка. - 2005. - №1. - С.26.

168. Укрупнені норми витрат паперу, картону і покривних матеріалів на виготовлення книжкової продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №334 від 20.12.2005).

169. М. Шарифуллин. Интегральный переплет. Журнал КомпьюАрт №11, 2007.

170. Шредер В. Л. Упаковка из картона / Шредер В. Л., Пилипенко С. Ф. – Киев: ИАЦ. „Упаковка”, 2004. – 560 с.
171. Arnett, J. A. (2019). The Art of Bookbinding. Bibliopegia; or, The Art of Bookbinding in All Its Branches, 1–8.
doi: <https://doi.org/10.4324/9780429030420-1>
172. Anna Rudawska (2019) Surface Treatment in Bonding Technology/Anna Rudawska// Academic Press an imprint of Elsevier. 7 –46.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3>
173. Bolte, G. UV-Rotationsbelichter: Hartet unter Inertgas and simuliert hohe Leistung [Text] / G. Bolte // Dtsch. Drucker. – 2010. – Vol. 46, Issue 37. – P. 14–16.
174. Chen, K.-N. (2019). Polymer Adhesive Bonding. Encyclopedia of Packaging Materials, Processes, and Mechanics, 1–13. doi: https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001
175. Clark T. Bookbinding with adhesives. Third Edition. McGraw-Hill Publishing, London, 2007. 104 p.
176. Durnjak, B. Information energy diagrams of thermodynamic interaction at drying of printed products [Text] / B. Durnjak, I. Strepko, B. Fedyna // Acta poligraphica: czasopismo naukowe poświęcone poligrafii. – 2015. – Issue 5. – P. 9–13.
177. Liebau D., Heinze I, Industrielle Buchbinderei, Itzehoe, 2007
178. Kipphan H. (2001) Handbook of print media: Technologies and production methods. Springer, pp. 837.
179. Kyrychok, P. Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block / P. Kyrychok, O. Paliukh// Mechanics, 26 (2), 2020, p.114–119.
180. Kyrychok, P. Determining the influence of the thickness of an adhesive layer on a change in the angles of contact and tangent angles /P. Kyrychok, O. Paliukh, V. Oliynyk// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/1 (105) 2020, p. 52-67.

181. Jędrasik K. Digital workflow w introligatorni / K. Jędrasik, G. Petriaszwili, J. Chwedczyn // Poligrafika. – 2006. – № 9. – P. 48–50.

182. Jerman, P. Reflections on Book Structure-Part 3-Spine Control, [online]: <http://temperproductions.com/Bookbinding%20Howto/Reflections/Reflections%2003%20%20Spine%20Control.pdf> (21.3.2015).

183. Joadin, L. H. All Erwartungen wurden u bertofben [Text] / L. H. Joadin // Bindereport. – 2009. – Vol. 122, Issue 4. – P. 36–39.

184. Jonh Peacock/ Book production/ BLUEPRINT The publishers association – 1995- 400 p.

185. Havenko S. Effect of microwave drying of the spines of book blocks on the quality of printed mater / Havenko S., Korobchynskyi M., Yordan H., Kadyliak M., Bernatsek V. Eastern-european journal of enterprise technologies. 2017. 6 (1 (90)). Pp. 68–79. URL: <http://dx.doi.org/10.15587/17294061.2017.118006>

186. Hermann, O. Klebstoffaspekte fur grafische Anwendungen in der Praxis [Text] / O. Hermann // Dtsch. Drucker. – 2009. – Vol. 45, Issue 14. – P. 26–29.

187. Karlheinr, M. LED-Strahlen fur UV-das hat was [Text] / M. Karlheinr // Druckspiegel. – 2011. – Issue 66 (2). – P. 32–33.

188. Kibirkstis, E., Havenko, S., Gegeckien, L., Khadzhynova, S., Kadyliak, M. (2019). Influence of Structure and Physical-Mechanical Characteristics of Threads on the Strength of Binding the Books. Mechanics, 25 (4), 313–319.

doi: <https://doi.org/10.5755/j01.mech.25.4.22774>

189. Kuan Neng Chen Encyclopedia of packaging materials, processes and mechanics. Set 1: Interconnect and Plate Technology/Kuan Neng Chen, Chuan Seng Tang//2019. World Scientific connecting Great Minds/

https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001

190. Liebau D., Heinze I, Industrielle Buhbinderei, Verlag Beruf und Schule Itzehoe, 2007.

191. Love, A. E. H. A treatisse on the matematical theory of elasticity. Translation from English-M.-L.: ONTI,1935. (in Russian).

192. Luo R. Modeling and Verification of Reconfigurable Printing System Based on Process Algebra / Luo R., Gao S., Li H., Zhou S. Mathematical Problems in Engineering. 2018. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ/ TECHNICAL SCIENCES 23.

193. Lundström J., Verikas A. Assessing print quality by machine in offset colour printing. Knowledge-Based Systems. 2013. Vol. 37. Pp. 70–79.

194. Malkolm G. Keif. Designer's postpress companion. National Association for Printing Leadership. Paramus, New Jersey, 2005, 276 p.

195. Milošević R. The effects of different printing pressure level application on sheet-fed offset print quality / Milošević R., Kašiković N., Novaković D., Prica M., Draganov S. International Circular of Graphic Education and Research. 2014. № (7). Pp. 54–65.

196. Nguyen Van Hinh. Oscillating burnishing parameters effect on hardened surface roughness. /Nguyen Van Hinh, Zaides S.A.// Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2017, vol. 21, no. 4, pp. 22–29.

DOI: [10.21285/1814-3520-2017-4-22-29](https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-4-22-29)

197. Mrad, N. D. Moisture Sorption Isotherms, Thermodynamic Properties, and Glass Transition of Pears and Apples [Text] / N. D. Mrad, C. Bonazzi, N. Boudhrioua, N. Kechaou, F. Courtois // Drying Technology. – 2012. – Vol. 30, Issue 13. – P. 1397–1406. doi: 10.1080/07373937.2012.683843

198. Packham, D.E. (2003) Surface energy, surface topography and adhesion, Int. Journal of Adhesion&Adhesive 23., pp. 437–448.

199. Paliukh O. The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers /O. Paliukh // 36. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №2 (64). – с. 4-14.

200. Paliukh O. Defining technological features in the manufacture of semi-hard book covers / O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka, E. Dziadyk// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/1 (106) 2020, p. 80-90.

201. Paliuch Oleksandr Wpływ grubości warstwy kleju w kształcie litery W na wytrzymałość zamocowania części grzbietowej bloku książki /Oleksandr Paliuch, Petro Kyryczok// Przegląd papierniczy. 2020. № 8, p. 397-402.

202. Paliukh O. Research of changes of strength indicators of semi-rigid covers glued by modified adhesive compositions / O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka //Technology audit and production reserves — № 3/1(53), 2020, p. 27-31.

203. Paliukh O. Analysis of the influence of binding adhesives on the structural strength of integral and semi-rigid covers/ O. Paliukh, P. Kyrychok, E. Dziadyk//Technology audit and production reserves — № 4/1(54), 2020, p. 38 – 43..

204. Paliukh O. The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers /O. Paliukh // 36. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №2 (64). – с. 4-14.

205. Pantel, G. Tellern von Buchblocken-gedruckt im Bogen offset [Text] / G. Pantel, A. Muller // Bindereport. – 2010. – Vol. 123, Issue 1. – P. 33.

206. Пат. 177365 Польша, МКИ В 42 С 5/00. Sposób obróbki grzbietów wkładów książkowych / G. Petriaszwili, P. Borowski (PL), A. Poliudow, A. Kołomijec (UA); Politechnika Łódzka. – № 311726; Заявл. 06.12.1995; Опубл. 30.11.1999, WUP 11/99. – 4 с.

207. Petriaszwili G. Wpływ parametrów obróbki grzbietów wkładów na jakość łączenia klejowego / G. Petriaszwili, R. Merwiński, J. Gawel // Świat druku. – 2003. – № 11. – P. 21–23.

208. Petriaszwili G. Analysis of a Model of the Adhesive Layer between Two Sheets of Paper / G. Petriaszwili, J. Pyrjev // Journal of Vibroengineering, September 2008. – V. 10 – P. 282–284.

209. Petriaszwili G. Diagnostyka stanu ostrzy noży krajarek jedno- i trójnożowych / Petriaszwili G. // Przegląd papierniczy. – 2000. – № 2. – P. 70 – 72.

210. Petriaszwili G. Ocena wytrzymałości opraw łączonych klejowo / G. Petriaszwili // Wydawca. – 2002. – № 1. – P. 50–53.

211. Petriaszwili G. Jakość łączenia klejowego. Metody badań i aparatura do oceny wytrzymałości opraw bezszyciowych / G. Petriaszwili, J. Gawel // Świat druku. – 2003. – № 4. – P. 66–68.

212. Petriaszwili G. Obróbka grzbietu i jej wpływ na produkt / G. Petriaszwili, M. Bednarczyk // Poligrafika. – 2003. – № 5. – P. 52–55.

213. Rudenko, E. M. Nitriding in a helicon discharge as a promising technique for changing the surface properties of steel parts/ Rudenko, E. M. & Panarin, V. Ye. & Kyrychok, P. O. & Svavilnyi, M. Ye. & Korotash, I. V. & Palyukh, O. O. & Polotskyi, D. Yu. & Trishchuk, R. L.// (2019). Journal of Usp. Fiz. Met., 20, No. 3: 485–501.

214. Senkivsky V. A Model of Logical Inference and Membership Functions of Factors for the Printing Process Quality Formation / Senkivsky V., Pikh I., Havenko S., Babichev S. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 1020. Pp. 609–621.

215. Svitlana Havenko Effect of microwave drying of the spines of book blocks on the quality of printed materials/ Svitlana Havenko, Maksym Korobchynskyi, Hanna Yordan, Myroslava Kadyliak, Volodymyr Bernatsek// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. Tom 6, №1 (90), c. 68-79.

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118006>

216. Svetlana Zyhulia Effect of the integrated treatment on the manufacturing of printing cylinders/Svetlana Zyhulia, Oksana Barauskiene//Eastern-European Journal of Enterprise Technologies Vol 3, No 12 (99) (2019), p.22-28.

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171808>

217. Sokolovskyi, Ya. Mathematical Model of Timber Elastic-Viscous-Plastic Deformation in the Drying Process [Text] / Ya. Sokolovskyi, I. Kroshniy // Xth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design. – Lviv, 2014. – P. 22–24.

218. Rudenko E. Strengthening of the sufrface of steel 45 by ionoc nitriding in a helicon discharge /Rudenko E., Panarin V., Kyrychok P., Svavilnyi M., Korotash

I., Polotskyi D., Trishchuk R.// Physics of Metals and Advanced Technologies. 2018. T. 40. № 8. C. 993–1004.

DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.40.08.0993>

219. Rudobashta, S. Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Seeds Drying Under Oscillating Infrared Irradiation [Text] / S. Rudobashta, G. Zueva, N. Zuev // Drying Technology. – 2014. – Vol. 32, Issue 11. – P. 1352–1359. doi: 10.1080/07373937.2014.892508

220. Wilson-Higgins, S. (2018). Trends in book manufacturing on-demand. The Impact of Print-On-Demand on Academic Books, 119–132. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102011-1.00009-2>

221. VAT/GST on Books & E-books. An IPA/ 2015, FEP Global Special Report [Electronic resource]. — Mode of access:

<http://www.internationalpublishers.org/images/VAT2015.pdf>. — p. 8–10.

222. Verikas A. Advances in computational intelligence-based print quality assessment and control in offset colour printing / Verikas A., Lundström J., Bacauskiene M., Gelzinis A. Expert Systems with Applications. 2011. № 38(10). Pp. 13441–13447.

223. Wang, Z. B., Lu, J., Lu, K. (2006). Wear and corrosion properties of a low carbon steel processed by means of SMAT followed by lower temperature chromizing treatment. Surface and Coatings Technology, 201 (6), 2796–2801. doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2006.05.019>

224. Zaydes S. A. New surface plastic deformation techniques in the manufacture of machine parts Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2018. vol. 16, no. 3, pp. 129-139.

DOI: [org/10.18503/1995-2732-2018-16-3-129-139](https://doi.org/10.18503/1995-2732-2018-16-3-129-139).

ДОДАТКИ

Додаток А

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-технічної роботи

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ КЛЕЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОКРЕМИХ ВИДІВ ПАЛІТУРНИХ КЛЕЇВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КНИЖКОВИХ ОПРАВ ІЗ МАТЕРІАЛІВ З РІЗНИМИ АДГЕЗІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ»за договором № 5-2018 від 14.12.2018,
номер державної реєстрації 0119U101440

Акт складено про те, що в результаті виконання робіт згідно з договором № 5-2018 від 14.12.2018, номер державної реєстрації 0119U101440 «Технологічні дослідження та аналіз клеючої здатності окремих видів палітурних клеїв для виготовлення книжкових оправ із матеріалів з різними адгезійними властивостями», котрий виконувався під науковим керівництвом проректора Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» професора, доктора технічних наук Киричка Петра Олексійовича було теоретично та експериментально досліджено вплив окремих видів палітурних клеїв для виявлення необхідних у практичному використанні залежностей, які виникають при застосуванні клеїв із різними технологічними властивостями та різних палітурних матеріалів.

Комплексне поєднання переважаючих характеристик клеїв у липкості, еластичності, міцності і зносостійкості забезпечує виготовлення спрощених півжорстких книжково-журнальних обкладинок за попередньо заданими основними характеристиками і конструктивними параметрами, а також визначає вплив на міцність і експлуатаційну довготривалість окантованих ІІІ-подібних корінців книжкових блоків, зшитих нитками, та забезпечує утворення максимальних природних кутів розкривання книжкових блоків, без прикладання додаткових зусиль, направлених на деформацію корінцевої частини під час читання.

Результати випробувань відтворені у вигляді порівняльних гістограм руйнівних зусиль розшарування лінійки зразків крейдованих паперів різної маси в інтервалі від 130 до 350 г/м² та хром-ерзацу товщиною 0,6 мм, здійснена перевірка відповідності показників міцності для книжкових оправ.

З врахуванням отриманих результатів досліджень запропонований і впроваджений технологічний процес виготовлення спрощених напівжорстких обкладинок із однієї деталі – розгортки за розмірами розгорнутої обкладинки (дві ширини блоку плюс товщина блоку), а також крайок шириною 5-18 мм у верхньому та нижньому полі обкладинки та двох клапанів у передньому полі першої та другої сторінок обкладинки, які за розмірами дорівнюють першій та другій сторінкам обкладинки і, які, крайки і клапани, загнуті та приклеєні до внутрішньої площини основної частини обкладинки

Враховуючи необхідність виготовлення ресурсозберігаючих та ергономічних книжково-журнальних обкладинок, аналіз проведених досліджень визначив залежності змін у міцності одиничних, подвійних та склеєних зразків палітурних матеріалів, що мають прикладне значення при підбиранні конструктивних компонентів виготовлення книжково-журнальних оправ з мінімізованими економічними показниками.

Запропонований розрахунок необхідної і достатньої кількості клею для окантовування ІІІ-подібних корінців книжкових блоків, який враховує геометричні особливості такого скріплення блоків, забезпечує основні експлуатаційні характеристики використання книжкової продукції у міцності, зносостійкості та довготривалості експлуатації, і створює умови для мінімізації витрат клею в технологічному процесі.

Отримані середні експериментальні показники розрахункової кількості клею ПВАД (дисперсія полівінілацетатна нерозведена) та термоклеїв Technomelt Q3660 (Німеччина) і ВАН 776 (Англія), що були нанесені на корінцеву частину книжкового блоку під час виготовлення тиражної продукції, проведені порівняння з нормативними показниками

для найбільш поширених форматів книжкової продукції і товщини корінців книжкових блоків.

За отриманими результатами тиражних випробувань, кількість нанесеного клею ПВАД (полівінілацетатна дисперсія), з розрахунку на 1 тис. примірників, складає 500 г/м² площі корінцевої частини книжкових блоків, що відповідає 13% економії клейової композиції, в порівнянні з нормативними показниками (575 г/м²), що в поточний період застосовуються у книжковому виробництві та 10% економії для термоклеїв Technomelt Q3660 (Німеччина) і ВАР 776 (Англія), що з розрахунку на 1 тис. примірників, складає 700 г/м² площі корінцевої частини книжкових блоків, в порівнянні з нормативними показниками (780 г/м²).

Розроблені і впроваджені у виробництво «Норми витрат клею при окантуванні книжкових блоків на лінії «Колбус КМ-600» для клею ПВАД (полівінілацетатна дисперсія) і термоклеїв Technomelt Q3660 (Німеччина) і ВАР 776 (Англія), що додаються до акту.

За даними Книжкової палати України, випуск книжкової продукції у 2018 році склав 47 022 100 примірників. Економія клею для корінцевого окантовування книжкових блоків, при виготовленні такої кількості книжкової продукції, за умов застосування необхідних і достатніх розрахункових показників витрат, відображених у таблиці «Норми витрат клею при окантуванні книжкових блоків на лінії «Колбус КМ-600» становить:

- для клею ПВАД (полівінілацетатна дисперсія) – 3 526,7 кг, що, за середніми цінами постачальників клею для поліграфічних підприємств України, при ціні 39,2 грн/кг - становить 138 246,64 грн. (ціни на 15.05.2019 року)
- для термоклеїв Technomelt Q3660 (Німеччина) і ВАР 776 (Англія) – 3 761,8 кг, що, за середніми цінами постачальників термоклеїв для поліграфічних підприємств України, при ціні 152,6 грн/кг - становить 574 045,79 грн. (ціни на 15.05.2019).

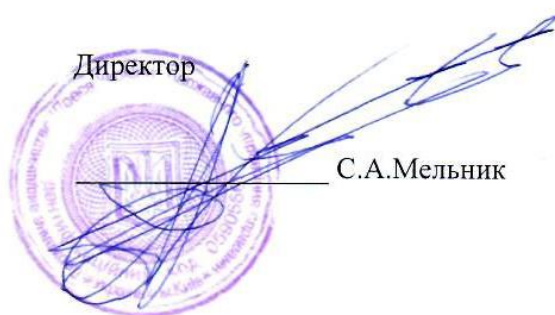
**Видавничо-поліграфічний інститут
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»**

**Державне видавництво
«Преса України»**



П.О. Киричок

О. О. Палюх



Додаток Б

Затверджую:

Директор Державного видавництва
«Преса України»

С.А.Мельник

01.04.2019

НОРМИ**витрат клею при окантуванні книжкових блоків
на лінії «Колбус КМ-600»
у Державному видавництві «Преса України»**

Норми витрат встановлено, економічно обґрунтованими витратами клею, зумовленими розрахунковими, технічними і технологічними умовами виробництва у Державному видавництві «Преса України» при окантовуванні книжкових блоків на лінії «Колбус КМ-600» шляхом спостережень і порівнянь за виробничими витратами у період 14.12.2018-01.04.2019

**Витрати клею ПВАД (полівінілацетатна дисперсія) для промазки
корінця книжкового блоку (на 1 м² площі промазки витрачається 500 г
розчину клею замість діючих норм витрат 575 г на 1 м²)**

Товщина корінця книжкового блоку, мм	Формат і довжина корінця блоку									
	84x108/32 210 мм		84x108/16 270 мм		60x84/8 300 мм		60x90/16 225 мм		70x100/16 250	
	Витрати клею на 1000 книг, г									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	1208	1050	1552	1350	1725	1500	1294	1125	1438	1250
15	1811	1575	2329	2025	2587	2250	1941	1685	2156	1875
20	2415	2100	3105	2700	3450	3000	2588	2250	2875	2500
25	3019	2625	3881	3375	4312	3750	3234	2815	3594	3125
30	3623	3150	4657	4050	5175	4500	3881	3375	4313	3750
35	4226	3675	5433	4725	6037	5250	4528	3935	5031	4375
40	4830	4200	6210	5400	6900	6000	5175	4500	5750	5000

де 1 – нормативні показники витрат клею;

2 – розрахункові показники витрат клею, впроваджені у виробництво.

Витрати термоклеїв Technomelt Q3660 і ВАН 776 для промазки корінця книжкового блоку (на 1 м² площі промазки витрачається 700 г розчину клею замість діючих норм витрат 780 г на 1 м²)

Товщина корінця книжкового блоку, мм	Формат і довжина корінця блоку									
	84x108/32 210 мм		84x108/16 270 мм		60x84/8 300 мм		60x90/16 225 мм		70x100/16 250	
	Витрати клею на 1000 книг, г									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	1615	1470	2080	1890	2310	2100	1730	1575	1925	1750
15	2425	2205	3115	2835	3465	3150	2595	2359	2765	2517
20	3235	2940	4155	3780	4620	4200	3465	3150	3850	3500
25	4040	3675	5190	4725	5775	5250	4335	3941	4810	4375
30	4850	4410	6235	5670	6930	6300	5195	4725	5775	5250
35	5660	5145	7275	6615	8085	7350	6060	5509	6735	6125
40	6460	5880	8315	7560	9240	8400	6930	6300	7700	7000

де 1 – нормативні показники витрат клею;

2 – розрахункові показники витрат клею, впроваджені у виробництво.

РОЗРОБНИК:

**Видавничо-поліграфічний інститут
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»**

Науковий керівник
д.т.н., проф.



П.О. Киричок

Відповідальний
виконавець

к.т.н., доц..

О. О. Палюх

Додаток В

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-технічної роботи

«Технологічні особливості забезпечення якості та експлуатаційних властивостей при виготовленні інтегральних та напівжорстких обкладинок»

за Договором № 14-2019 від 02.12.2019 р.

та Додатковою угодою від 02.03.2020 р.

Номер державної реєстрації № 0120U102341

Акт складено про те, що в результаті виконання робіт згідно з Договором № 14-2019 від 02.12.2019 р. та Додатковою угодою від 02.03.2020 р. (номер державної реєстрації № 0120U102341) «Технологічні особливості забезпечення якості та експлуатаційних властивостей при виготовленні інтегральних та напівжорстких обкладинок», котрий виконувався під науковим керівництвом доцента кафедри технології поліграфічного виробництва Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» доцента, кандидата технічних наук Палюха Олександра Олександровича.

Теоретично та експериментально досліджено умови практичного поєднання палітурних матеріалів та окремих видів клеїв, з метою отримання максимальних характеристик міцності, жорсткості та експлуатаційної стійкості інтегральних та напівжорстких обкладинок і отримання порівняльних характеристик напівжорстких обкладинок з м'якими обрізними обкладинками, які також носять цілісний характер конструктивної побудови.

Враховуючи позитивні властивості відомих типів обкладинок та недоліки, притаманні кожному їх виду, запропонована нова технологія виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок, які раніше не створювалися і технологія для яких не розроблялась.

Напівжорсткі обкладинки зберігають презентабельність і відносну твердість палітурки, як в книгах із традиційною твердою палітуркою, а також сприяють технологічній простоті, швидкості виготовлення і суттєво низькій собівартості, як в книгах із м'якою обкладинкою.

Технологічний процес виготовлення напівжорсткої обкладинки полягає, послідовно, у висіканні зовнішнього контуру із друкованих або оздоблених у інший поліграфічний спосіб поліграфічних матеріалів, таких як хром-ерзац одностороннього крейдовання, товщиною 0,6-0,8 мм, щільний крейдований папір масою 170-350 г/м², штучні палітурні оздоблювальні матеріали (баладек, балакрон, та ін..) тощо.

Одночасно з висіканням контуру заготовки здійснюється бігвання ліній згину по яких здійснюється загинання та приклеювання конструктивних клапанів до внутрішньої площини обкладинки.

В результаті чого утворюється цільна розгортка, за розмірами, що складаються із розмірів, в першу чергу, які утворює площина традиційної розгорнутої книжкової обкладинки - дві ширини книжкового блоку плюс

лінійний розмір товщини блоку та розміри конструктивних клапанів, у верхньому, нижньому та передньому полях обкладинки.

Клапани, після загинання та приклеювання до внутрішньої сторони обкладинки, утворюють суцільну внутрішню поверхню обкладинки, без напусків у місцях стиків клапанів, а також створюють ребра жорсткості по периметру обкладинки.

За рахунок конструктивно утвореної подвійної проклеєної товщини обкладинки, отриманої із однорідного матеріалу, збільшується її міцність і жорсткість, підвищується зносостійкість, що при інтенсивному використанні книжкової продукції, впливає на підвищення якісних показників та вдосконалення експлуатаційних властивостей обкладинки.

Для визначення порівняльних характеристик м'яких обрізних обкладинок та отриманих в результаті експериментального виготовлення напівжорстких обкладинок проведені дослідження на розривній машині РМБ-30-2М з граничними навантаженнями 30-300 Н.

Результати виконання експериментальної частини відображені на гістограмі, де спостерігаються значні переваги у міцності напівжорстких обкладинок по відношенню до м'яких обрізних обкладинок. Для напівжорстких обкладинок склеєних клеєм ПВАД ДФ 51/15В перевищення знаходяться в межах 1,7-2,57 рази, для обкладинок склеєних клеєм Technomelt Q3183 перевищення знаходяться в межах 1,49-2,37 рази и для обкладинок склеєних клеєм PLAKAL Batch 6602 перевищення знаходяться в межах 1,38-2,12 рази.

Розроблені і впроваджені у виробництво «Конструкції напівжорстких обкладинок, виготовлених із одного аркуша палітурних матеріалів», що додаються до акту.

**Видавничо-поліграфічний інститут
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»**

**Державне видавництво
«Преса України»**



Науковий
керівник
К. Т. Н., доц..

П. О. Киричок

О. О. Палюх

О. О. Палюх

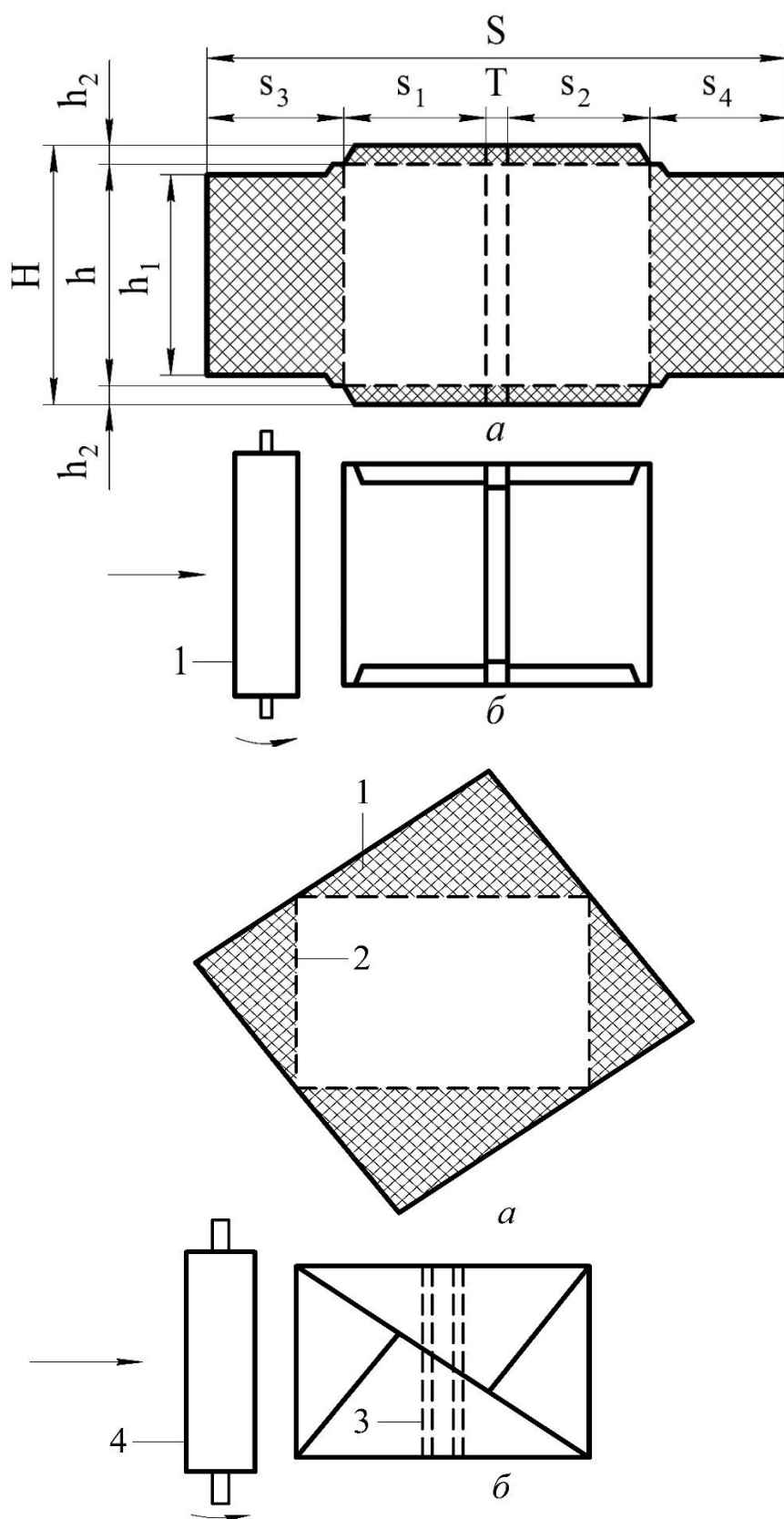


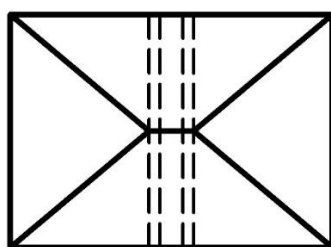
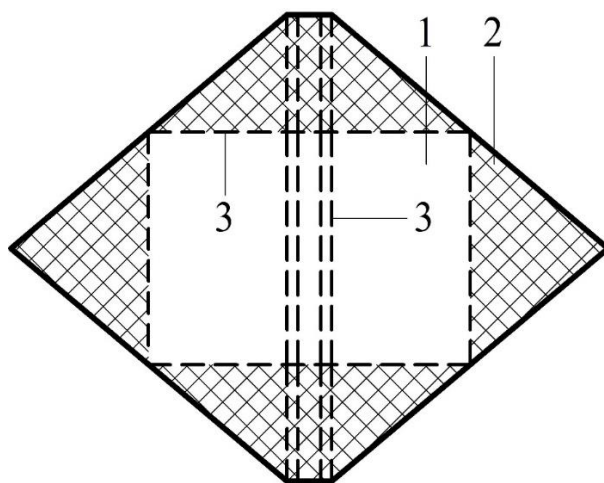
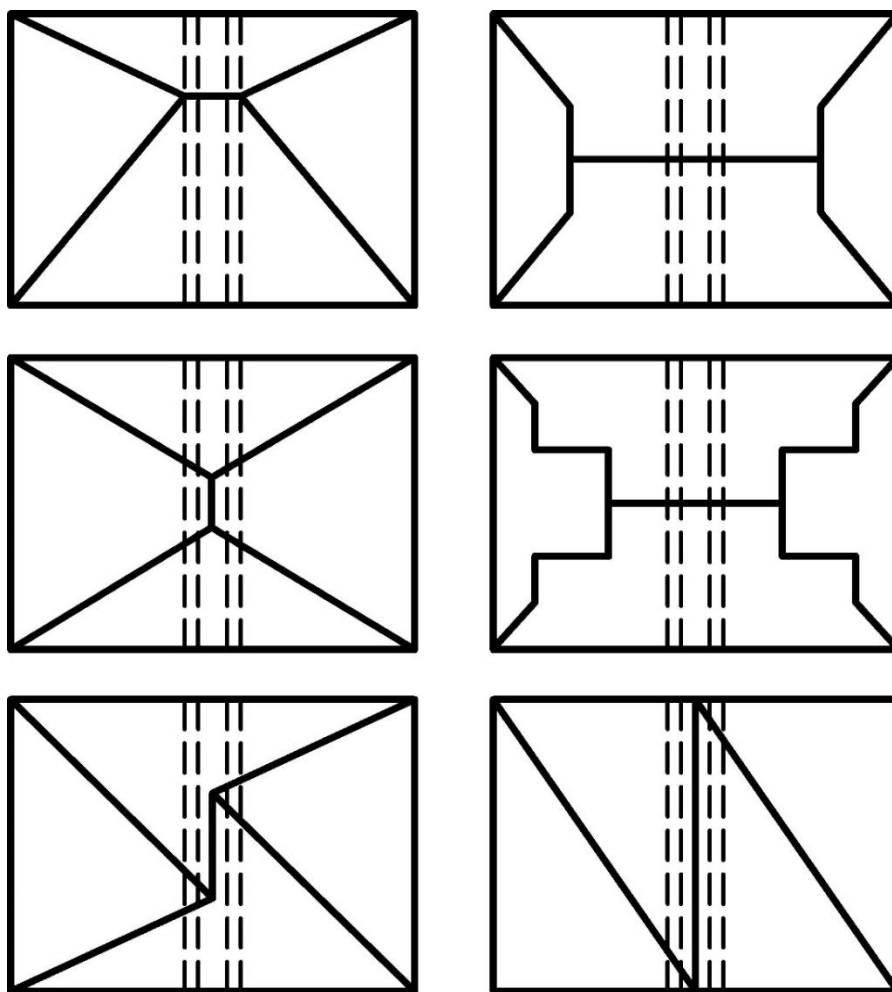
Директор

С. А. Мельник

Додаток Г

Конструкції напівжорстких обкладинок виготовлених із одного аркуша папітурних матеріалів





b

Додаток Д

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
наукових розробок дисертаційної роботи
Палюха Олександра Олександровича

Даний акт констатує, що в ТОВ «Виробничо-комерційне підприємство «СТ-ДРУК» були використані наукові розробки дисертаційної роботи Палюха Олександра Олександровича, спрямовані на підвищення показників якості виготовлення книжкових напівжорстких обкладинок, розгортки яких висічені із цільних аркушів палітурних матеріалів таких, як щільні види паперу, тонкі види картону, картони хром-ерзац різної товщини, а також штучні палітурні матеріали для обкладинок.

Розгортки напівжорстких обкладинок складаються із першої і другої сторінок, за форматами видань, а також додаткових конструктивних елементів, у вигляді крайок і клапанів, які приклеюються до внутрішньої сторони і утворюють подвійні проклеєні структури.

Запропоновано алгоритм мінімізації кількісного застосування клейових полімерних композицій, при виготовленні напівжорстких книжкових обкладинок, за рахунок дискретного нанесення клею суцільним стрічковим методом із повздовжнім, або поперечним напрямком, а також комірковим шаховим методом.

Порівняння показників міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок, отриманих в результаті проведених досліджень, відтворюють відмінності способів склеювання розгорток напівжорстких обкладинок, а також залежності показників міцності від площі заповнення поверхонь склеювання і конфігурації нанесеного клею.

Неоднорідність склеєної просторової конструкції напівжорстких обкладинок, утворена дискретним склеюванням, не вплинула на появу зовнішніх дефектів у вигляді пухирів різних розмірів, або розшарувань самої обкладинки.

В технологічних розрахунках для визначення площі клею, що наноситься стрічковим, або комірковим клейовим валом на обкладинку, запропоновано застосування коефіцієнтів переходу, які враховують розміри клейового валу виробничого механізму нанесення клею, а також враховують довжину і ширину клейової ділянки обкладинки.

В умовах виробництва за участю Палюха О. О. відпрацьовано та прийнято до впровадження технологічний процес дискретного склеювання конструктивних елементів напівжорстких обкладинок.

Можливий річний економічний ефект від впровадження технологічного процесу 36 200 грн. (тридцять шість тисяч двісті гривень)

ВИКОНАВЕЦЬ:

ВПІ КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

Директор ВПІ, д-р т. н., професор



Киричок П.О.

Палюх О. О.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

ТОВ «ВИРОБНИЧО-КОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО «СТ-ДРУК»

Директор



Мостачук П.О.

Додаток Е

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
основних положень дисертаційної роботи
Палюха Олександра Олександровича**

Даний акт констатує, що в ТОВ «ПРИНТ МЕДІА» були використані основні положення дисертаційної роботи Палюха Олександра Олександровича, спрямовані на оптимізацію впливу товщини клейового шару корінцевої частини книжкових блоків на підвищення показників якості виготовлення книжкових блоків, зшитих нитками.

Проведений аналіз етапів моделювання деформації окантовувального клейового шару книжкового блоку, який виявив, необхідні для практичного врахування процеси розтягування і стискання корінцевої клейової полімерної пластини.

А також виявив особливості розподілу навантажень пружної деформації, під час перегинання клейової пластини в процесі експлуатації книжкової продукції для розрахунку площі її перерізу і кількості клейової композиції необхідної і достатньої під час технологічного процесу окантовування книжкових блоків.

Досліджено, що поява пошкоджень і руйнувань клейової пластини при багаторазових перегортаннях сторінок книги викликана знакозмінним характером навантажень під час її перегинання.

До зусиль, що викликають утворення природних кутів розкривання книжкового блоку, додаються зусилля направлені на деформацію корінцевої частини для забезпечення зручного читання.

Запропонований розрахунок кількості клейової композиції, для окантовування Ш-подібних корінців книжкових блоків, який враховує їх геометричні особливості і створює умови для мінімізації витрат клею в технологічному процесі.

В умовах виробництва за участю Палюха О. О. відпрацьовано та прийнято до впровадження технологічний процес профільного нанесення клею на корінцеву частину книжкових блоків зшитих нитками.

Можливий річний економічний ефект від впровадження технологічного процесу 38 400 грн. (тридцять вісім тисяч чотириста гривень).

ВИКОНАВЕЦЬ:

ВПІ КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО



Директор ВПІ, д. т. н., професор

Киричок П.О.

т. н., доцент

Палюх О. О.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

ТОВ «ПРИНТ МЕДІА»

Директор



Смаляна І.В.

Додаток Є

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Видавничо-поліграфічний інститут
Державне видавництво «Преса України»

ПОГОДЖЕНО:

Перший заступник директора
Видавничо-поліграфічного
Інституту



Н.Л.Талімонова

15 травня 2019 року

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Головний інженер
Державного видавництва
«Преса України»



А.О.Костінський

15 травня 2019 року

ІНСТРУКЦІЯ

по експлуатації фальцювально-склеювальної лінії ЛПО-1150
для виготовлення півжорстких книжково-журнальних обкладинок

ЛІНІЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАПІВЖОРСТКИХ КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНИХ ОБКЛАДИНОК

1. Призначення, область застосування і технічна характеристика лінії для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок.

1.1. Лінія для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок призначена для поопераційного виконання технологічних операцій у послідовності, зображених на рис. 1. 1. Структурна схема лінії зображена на рис. 1. 2.

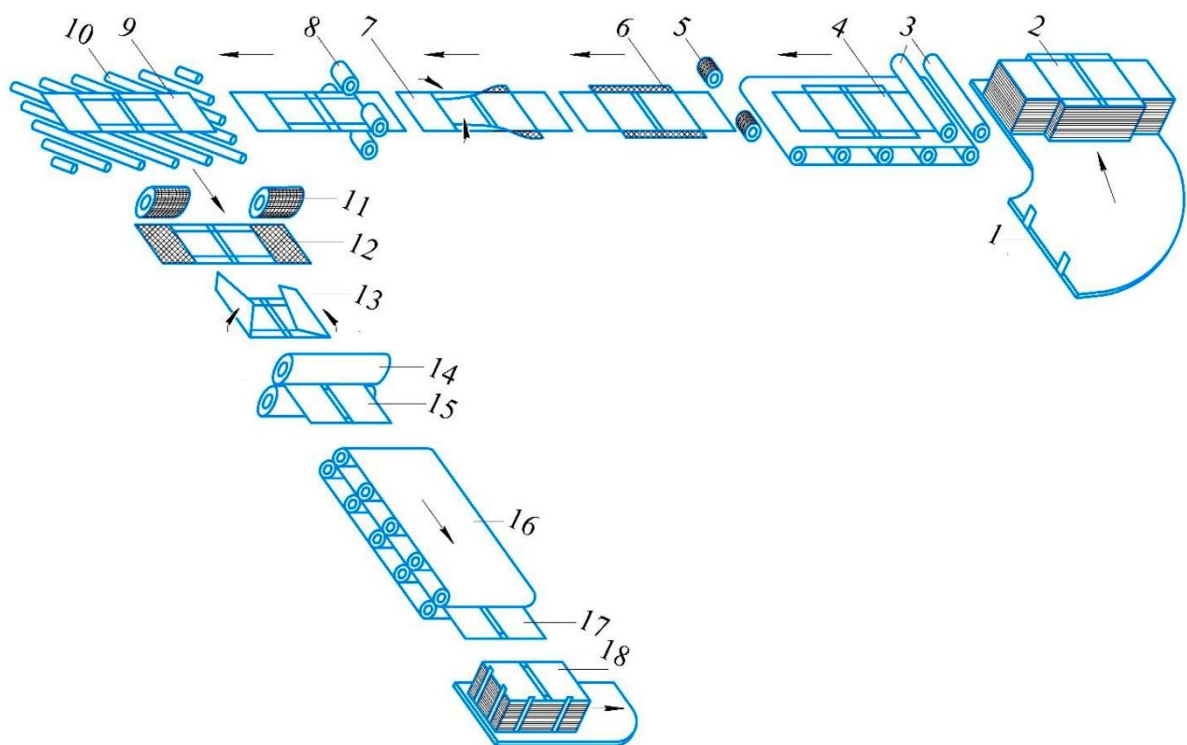


Рис. 1. 1. Технологічна схема виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок

1, 2 – завантажувальний пристрій; 3 – самонаклад; 4, 6, 10, 12, 15, 17 – напівжорстка обкладинка на стадіях технологічного процесу; 5 – секція нанесення клею на поздовжні краї; 7, 13 – механізми гвинтового фальцювання; 8, 14 – каландри; 9 – поворотний рольганг; 10 – зміна напрямку руху обкладинки; 11 – секція нанесення клею на поперечні клапани; 16 – транспортувальний пристрій залишкового обтискування; вивідний пристрій виготовлених обкладинок

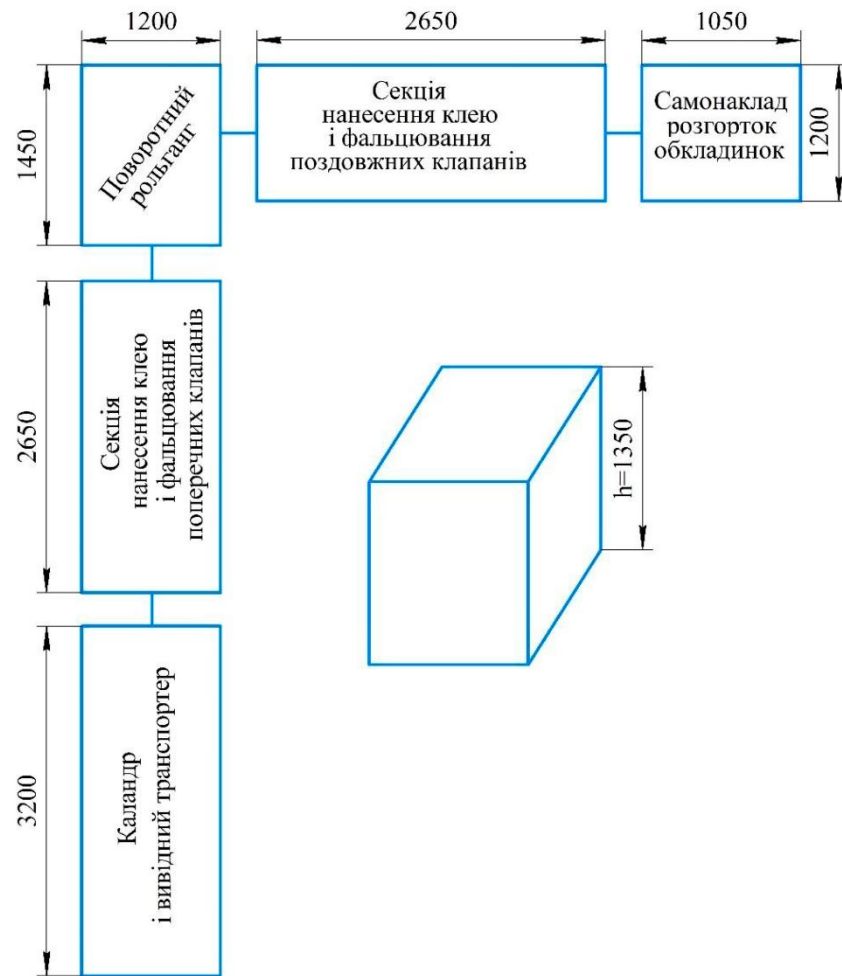


Рис. 1. 2. Структурна схема лінії

В процесі виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок залучені наступні технологічні процеси:

- подачі механізмом самонакладу, попередньо висічених і бігованих в місцях згинів, розгортки обкладинок, в площинну конфігурацію яких входять крайки, або клапани, що створюють подвійну, в окремих місцях (для інтегральних обкладинок), або подвійну суцільну (для напівжорстких обкладинок) просторову конструкцію без проклеювання, або з проклеюванням деталей розгортки;

- гвинтового фальцювання і початкового приклеювання в 1-му фальцювально-склеювальному механізмі крайок або клапанів плоскої розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею; крайки, або клапани розташовані вздовж більшої розмірної частини розгортки;

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортуючими валками приклеєних крайок або клапанів в 1-му фальцювально-склеювальному механізмі, формування початкової прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки;

- зміни напрямку руху на кут 90^0 , за допомогою кутового рольгангу, напівфабрикатів обкладинок з приклеєними і обтиснутими крайками і клапанами, в поздовжньому розташуванні їх в розгортці, для подальшого входу в 2-й фальцювально-склеювальний механізм;

- гвинтового фальцювання і початкового приклеювання в 2-му фальцювально-склеювальному механізмі крайок або клапанів пласкої розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею; крайки, або клапани розташовані вздовж меншої розмірної частини розгортки;

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортуючими валками приклеєних крайок або клапанів в 2-му фальцювально-склеювальному механізмі, формування завершальної прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки;

- завершальне каландрування і обтискання загальної площини обкладинки в термін, що забезпечує повну полімеризацію клейової полімерної композиції, застосованої для склеювання відібраних для виготовлення обкладинок палітурних матеріалів, а також для забезпечення структурної однорідності виготовлених, або напівжорстких обкладинок.

1. 2. На лінії для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок є можливим застосування палітурних матеріалів таких, як картон хром-ерзац номенклатурної товщини, тонких видів картону та щільних видів крейдованих паперів масою 200-400 г/м².

1. 3. Технічні характеристики:

Габарити лінії:

- загальна довжина – 12 200 мм;

- самонаклад розгорток обкладинок – 1050 мм;

- секція нанесення клею і фальцювання поздовжніх клапанів – 2650 мм;

- поворотний рольганг – 1450 + 1200 мм;
- секція нанесення клею і фальцювання поперечних клапанів – 2650 мм;
- каландр і вивідний транспортер – 3200 мм;
- загальна ширина – 1200 мм;
- висота – 1350 мм.

Вага лінії – 2000 кг

Потужність - ,

Розміри висічених розгорток для виготовлення обкладинок:

- мінімальні - 155x784 мм;
- максимальні – 250x1144 мм

2. Техніка безпеки та охорона праці.

2. 1. До роботи на лінії отримують доступ робітники, які пройшли інструктаж з техніки безпеки, які пройшли професійне навчання і мають право працювати на фальцювально-склеювальних лініях.

2. 2. Електрообладнання та пускові пристрої лінії мають бути у справному стані і заземлені згідно правил техніки безпеки.

2.3. Перед початком роботи оператори лінії повинні:

- привести в належний стан робоче місце – прибрати предмети і матеріали, що заважають безпечному проведенню технологічних процесів виготовлення обкладинок;

- перевірити лінію на можливість наявності в її механізмах залишків палітурних матеріалів із яких виготовлювались обкладинки на попередній зміні, або обкладинки попереднього тиражу;

- перевірити дієздатність муфт включення електричних двигунів виконавчих механізмів лінії, а також можливість їх раптового відключення за командою оператора лінії, або у випадку критичних зупинок;

- перевірити надійність роботи транспортуючих систем, що забезпечують технологічно визначене просування попередньо висічених і бігованих розгорток на етапах технологічного процесу, а також секційних координатно-

каландруючих валків, системи фінішного каландрування і технічного обтискання склеєних обкладинок.

2. 4. Вимоги безпеки під час виконання роботи

2. 4. 1. Перед вмиканням машини:

- перевірити міцність закріплення стопорних гвинтів, гайок, контргайок під час регулювання притискних валиків обертового пресування, заповнення самонакладу, встановлення необхідних зазорів клейових апаратів і упорів на поворотному рольгангу тощо;

- за допомогою використання заправної швидкості лінії провести розгортку обкладинки через секції лінії і переконатися в правильності і надійності їх роботи

2. 4. 2. Зарядити самонаклад.

Висота стопки висічених розгорток попередньо віддрукованих і ламінованих на горизонтальному столі самонакладу має бути не більше 350 мм.

2. 4. 3. Перед пуском машини на робочий хід дати попереджувальний сигнал.

Переконатися, що сигнал сприйнятий працюючими.

2. 4. 4. Забороняється на увімкненій в електромережу лінії:

- регулювати транспортувальні валики та механізми гвинтового фальцювання;

- встановлювати формат, регулювати самонаклад, виймати пошкоджені напівфабрикати обкладинок;

- регулювати натяг габазитних тасьм транспортувальних механізмів;

- усувати несправності, змащувати і чистити машину;

2. 5. Забороняється на ходу машини:

- вирівнювати або поправляти розгортки на столі самонакладу;

- виймати зім'яті розгортки із механізмів лінії;

- пересувати упори на поворотному рольгангу;

- збирати обривки розгорток з-під машини;

- поправляти (натягувати) тасьми транспортерів;

- переміщувати валики клейових апаратів;

- доторкатися до будь-яких рухомих деталей або вузлів лінії, спиратися на її загорожі.

2. 5. Вимоги безпеки після закінчення роботи:

2. 5. 1. Відключити устаткування та освітлювальні прилади машини. Здати готову роботу або підготувати її для передачі зміннику.

2. 5. 2. Перевірити наявність інструмента та матеріалів, що використовувався при роботах. Привести в порядок робоче місце. Забрати інструмент та матеріали у відведене для зберігання місце або підготувати їх для передачі зміннику.

2. 5. 3. При передачі зміни повідомити змінника, бригадира, майстра, а вразі його відсутності начальника цеху, про всі помічені несправності обладнання що сталися на протязі роботи.

Розробник:

доцент кафедри ТПВ

ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського,

кандидат технічних наук

 **О. О. Палюх**